Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada
Seccion 1.ª—ARTES Y OFICIOS

MANUAL
DEL
CANTERO Y MARMOLISTA

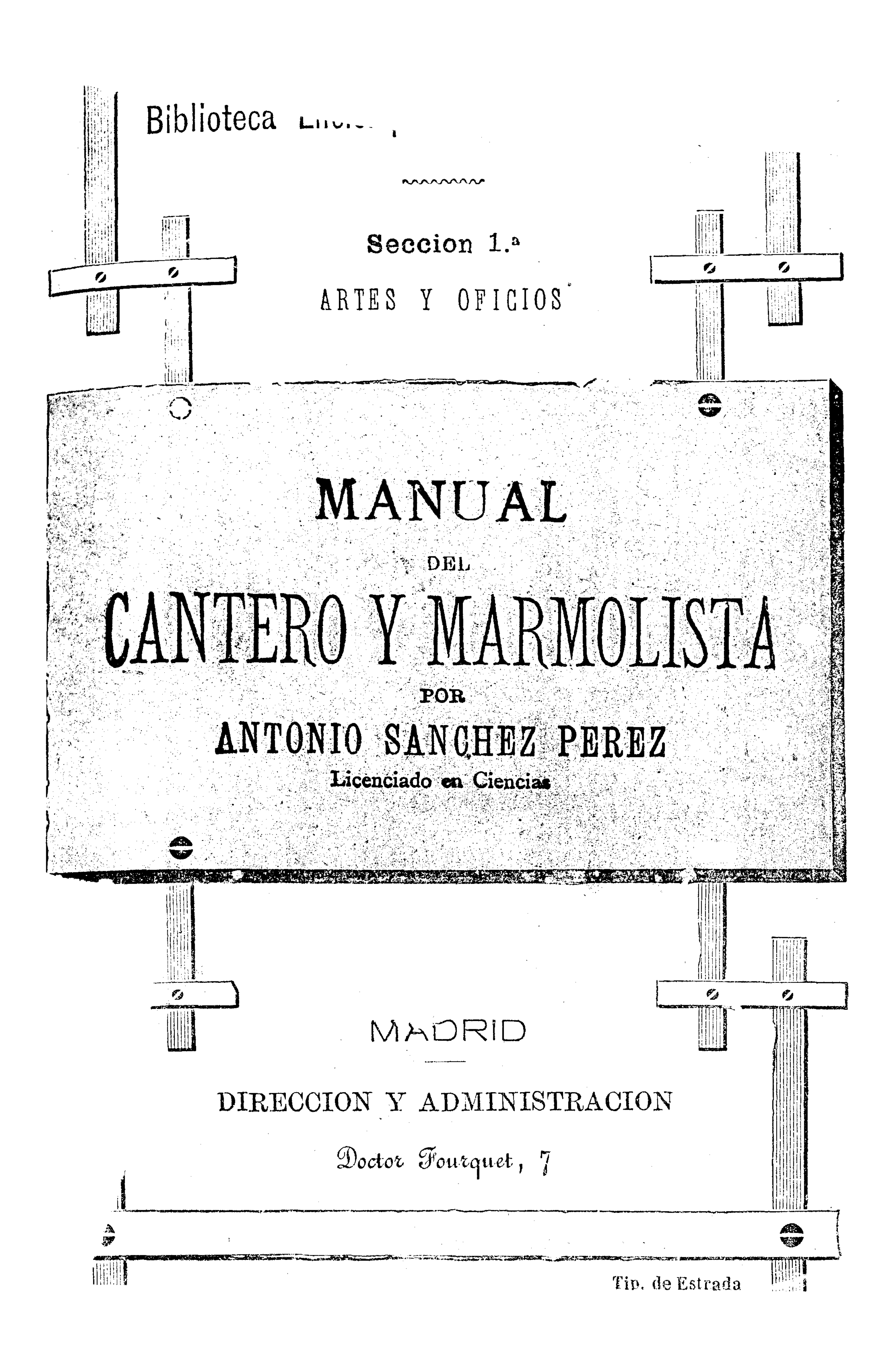
POR

ANTONIO SAÑCHEZ PEREZ

Licenciado en Ciencias



MADRID
DIRECCION Y ADMINISTRACION
Doctor Fourquet, 7



Biblioteca

Seccion 1.ª

ARTES Y OFICIOS

MANUAL
DEL
CANTERO Y MARMOLISTA

POR

ANTONIO SANCHEZ PEREZ

Licenciado en Ciencias

MADRID

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Doctor Fourquet, 7

Tip. de Estrada

Á LA SOCIEDAD

ECONÓMICA MATRITENSE

DE AMIGOS DEL PAIS

legítima representante

de los intereses morales y materiales del país

DEDICA LA

BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA

El Socio

GREGORIO ESTRADA

INTRODUCCION

(1) Muchos y de muy distinta naturaleza son los materiales empleados en la construccion; pero todos pueden ser incluidos en uno de tres grandes grupos; son, á saber: *maderas*, *piedras y metales*.

Los materiales del primer grupo pertenecen al que los naturalistas denominan reino vegetal.

Los del segundo y tercer grupo pertenecen al llamado reino mineral.

Corresponden al primero, las materias leñosas: como toda clase de maderas, cañas, cuerdas, betunes vegetales, etc.

Corresponden al segundo, toda especie de piedras, arenas, arcillas, betunes minerales, etc.

Corresponden al tercero, todas las sustancias metálicas; tales como hierro, plomo, cobre, zinc y sus aleaciones.

(2) El ingeniero, el arquitecto que

han de dirigir las construcciones, darlas unidad, armonizar los trabajos de suerte que, cada uno de ellos y todos ellos contribuyan á la solidez y á la belleza del conjunto, necesitan exacto y completo conocimiento de las condiciones de estos distintos materiales de construccion, y eso constituye precisamente uno de sus más interesantes estudios. Pero el obrero que ha de labrar y dar forma á los materiales; el artista que ha de hermosearlos ó pulirlos, no pueden adquirir, ni tampoco necesitan, tan general aprendizaje. El trabajo se divide y se subdivide cuanto es posible, siendo ordinarianente tanto más perfecta la labor de cada uno, cuanto más concreto es el objeto sobre que esa labor recae.

(3) En esta obreja que acaso habríamos preferido denominar MANUAL DE CANTERÍA, que *Manual del Cantero*, estudiaremos solamente los materiales comprendidos en el segundo grupo; tan numerosos y tan variados, que su sola enumeracion catalogada llenaria muchas páginas del libro.

La manera de yacimiento, los medios de extraccion y de arrastre, los procedimientos de labra, el emplazamiento, todo eso tiene que ser asunto de este trabajo, en el cual, á manera de apéndice, examinaremos todo lo relativo al arte del *Marmolista*, que no es sino una rama particular del estudio general de la cantería. Rama particular que, sin embargo, tiene muchísima importancia, tanto porque su perfecto conocimiento toca ya con los límites de la escultura (y áun por eso en algunas ocasiones, andan mezclados los trabajos del escultor y los del marmolista) cuanto porque en las modernas construcciones, áun en la de edificios modestos, suelen ser utilizados los mármoles con alguna profusion; lo cual ha hecho que el arte del *Marmolista* adquiera tan notable desarrollo y tal desenvolmiento, que mereceria, por sí sólo, un tomo de esta enciclopedia, como ya se lo dedicó, hace muy cerca de cuarenta años, la *Enciclopedia Roret*, de París: bien que para justificar el empleo de un tomo fué preciso que los autores descendiesen á pormenores y en-

trasen en explicaciones agenos por completo á obras de esa naturaleza.

(4) Basta lo dicho para comprender que las dos partes en que ha de aparecer dividida nuestra obra serán necesariamente de distinta extension, y áun de naturaleza distinta.

En una y en otra estudiaremos materiales empleados en las construcciones, y conocidos bajo la denominacion genérica de *piedras* (y nombrados por otros autores *rocas);* pero así como en la parte primera estudiaremos esas piedras de construccion en general, en la segunda nos ocuparemos en el estudio de un caso particular: el de que los materiales empleados pertenezcan á la clase de *mármoles*.

Como las ideas generales que han de ser expuestas en la parte primera alcanzan por igual á todas las piedras de construccion, así al granito como á la serpentina, así al mármol como á la piedra de Colmenar, claro es que al hablar de los mármoles no repetiremos, con aplicacion á ellos solos, la que en general y con apli-

cacion á todas las piedras se haya expuesto. Por eso indicábamos que lo relativo al trabajo del marmolista habia de ser de ménos extension, y al propio tiempo, de distinta índole que lo concerniente al arte de la cantería en general.

Esta parte, que será la primera de nuestro libro, contendrá cuanto al conocimiento y explotacion de las piedras de construccion se refiera; la otra, que constituirá una especie de apéndice, contendrá lo relativo al trabajo del marmolista, y algunas noticias sobre las condiciones, situacion y precios de los mármoles que en gran abundancia poseemos en España.

PRIMERA PARTE

MANUAL DE CANTERÍA

CAPÍTULO PRIMERO.

Preliminares.

(5) Los objetos que vulgarmente son designados con el nombre de piedras, pueden considerarse divididos en tres grupos: *minerales*, *piedras preciosas* y *piedras de construccion*.

(6) Téngase muy en cuenta, para proceder lógicamente, qué minerales son en rigor, y segun el tecnicismo científico, los cuerpos que pertenecen á cualquiera de esos tres grupos, y áun muchos otros que no pertenecen á ninguno de ellos, como los metales denominados *autópsidos* por algunos naturalistas[1]. Pero aquí empleamos la palabra mineral en la acepcion que de ordinario le da el vulgo.

Ni de los *minerales*, ni de las *piedras preciosas* hemos de hablar en este libro. Nos concretaremos, por consiguiente, á tratar del grupo tercero, ó sea de lo que forma el objeto verdadero de nuestro trabajo.

CAPÍTULO II.

Piedras naturales de construccion.

(a)

Su clasificacion.

(7) Muchas y muy variadas son las especies de piedras que se presentan en la naturaleza: de aquí la necesidad que han tenido los naturalistas de establecer clasificaciones para distinguirlas unas de otras. Pero el número de las especies que sirven para la construccion es relativamente muy reducido: no es necesario, pues, ántes sería inconveniente, que en obra de esta índole, adoptásemos esas clasificaciones admitidas en libros ya elementales, ya de consulta.

Nosotros, siguiendo el ejemplo de los tratadistas más conocidos, adoptaremos la division de las piedras propias para edificar, en dos grandes grupos:

Primero. El de las que están formadas principalmente por *cal,*

Segundo. El de las que tienen por base principal la *sílice.*

Las pertenecientes al grupo primero, sometidas á la accion de un calor más ó ménos vivo, se descomponen y dan orígen á productos de naturaleza completamente distinta, y que poseen por regla general propiedades que los hacen muy á propósito para la construccion. Suele llamárselas piedras *calcáreas.*

Otras, por el contrario, áun sometidas á la accion de las más elevadas temperaturas, no llegan á descomponerse. Suelen ser denominadas *piedras silíceas.*

(b)

Piedras calcáreas.

ARTÍCULO I.°

Calizas.

(8) *Composicion.*—Caliza, es cal carbonatada, ó *carbonato de cal*; ésto es: combinacion del *ácido carbónico* y el *óxido de calcio.*

Caractéres químicos. — De sus caractéres químicos hemos hablado ya, manifestando que da cal cuando es sometida á una elevada tem-

peratura; es soluble en los ácidos, y produce efervescencia al contacto con ellos.

Caractéres físicos.—Su densidad es 2,75; en la escala de dureza ocupa el núm. 3; más claro, raya al cobre y es rayada por el hierro.

Estructura.—Puede afirmarse que no tiene estructura determinada, y que afecta todas las estructuras conocidas. Por eso el mineralogista estudia infinidad de variedades de calizas, tales como

Espato calizo.
Caliza sacaróidea.
Creta.
Mármoles.
Lumaquelas.
Piedra de Colmenar.
Piedra litográfica.
Estalactitas y estalacmitas.
Caliza hidráulica.
Alabastro.
Caliza fétida.
Caliza bituminosa.

Color.—De ordinario, y cuando la caliza es pura, su color es blanco: tal sucede, por ejemplo, en el mármol de Paros ó de Carrara; pero este color blanco aparece con mucha frecuencia manchado ó modificado por otras sustancias como carbon, hierro, que le hacen presentar, ya

el gris más claro, ya el negro, y que suele colorarla de amarillo y de rojo: en los mármoles presenta la naturaleza ejemplos muy variados en estas coloraciones.

(9) De todas estas especies de calizas, cuatro son las que principalmente interesan al constructor, á saber: *caliza sacaróidea* (comunmente mármol), *caliza compacta*, *caliza basta* y *caliza silícea*.

La estructura, y sobre todo la fractura de la *caliza sacaróidea*, presentan algunos puntos brillantes que la prestan cierta semejanza con el azúcar de pilon: y justamente de esta circunstancia procede su nombre.

La *caliza compacta* es la que más abundantemente se presenta en la naturaleza, ofrece un aspecto más homogéneo y tiene el grano más fino que el mármol.

La *caliza basta* es opaca y no es susceptible de pulimento.

La *caliza silícea* es, como su nombre mismo indica, aquélla en cuya composicion entra cierta cantidad de sílice. Es muy útil para la construccion por sus condiciones de dureza y de inalterabilidad.

ARTÍCULO 2.º

Yeso.

(10) *Composicion.*—Es sulfato de cal hidratado.

Su composicion puede ser calculada así:

32,91	partes de cal.	
46,31	—	de ácido sulfúrico.
20,78	—	de agua.

Caractéres físicos.—*Densidad,* 2,28; *dureza,* muy poca, puede ser rayado con la uña; *estructura,* compacta, granular, fibrosa; *fractura,* concóidea; color blanco, á veces rojizo y agrisado. En España suele ser denominado selenita espejuelo y espejo de asno.

Caractéres químicos.—Es soluble en el agua siempre que haya bastante cantidad; por la elevacion de temperatura se convierte en yeso vivo.

Yacimiento.—Hállase generalmente en las formaciones secundarias y terciarias. En España lo tenemos muy abundante en várias provincias, y muy especialmente en los alrededores de Madrid.

Condiciones para la explotacion.—Los yesos

son de ordinario demasiado blandos y muy fácilmente alterables por los agentes atmosféricos, lo cual los hace poco á propósito para la construccion. Por esto los maestros y directores de obras, si lo emplean, lo reservan para los interiores de los edificios.

Uso.—Entre los usos á que el yeso se destina, no es el ménos curioso el adoptado en algunas partes de España, donde hasta hace poco solian emplearlo como vidrio. La variedad compacta que denominan los naturalistas *alabastro yesoso (alabastrites)*, se utiliza para fabricar objetos de adorno; las demás variedades para obtener el *yeso vivo* de aplicacion inmensa, y puede asegurarse que irreemplazable en las construcciones.

(c)

Piedras silíceas.

Artículo 3.°

Cuarzo.

(11) *Composicion.*—Sílice, pura en la mayor parte de los casos.

Caractéres físicos.—*Densidad,* 2,81; *dureza,*

mucha; puede rayar el vidrio y da chispas con el eslabon; *estructura* compacta; *fractura* concóidea; *color* muy vario y suele presentarse incoloro, y esta clase es designada con la denominacion de *cristal de roca.*

Caractéres químicos.—No se disuelve en los ácidos ni se altera al fuego.

Yacimiento.—El cuarzo suele encontrarse generalmente en las capas superiores del terreno cretáceo. Es abundante en España en sus distintas variedades, encontrándose en los Pirineos como en Madrid, en Galicia y en las Baleares, en Andalucía y en Cataluña.

Condiciones para la explotacion.—Estas piedras son sumamente duras, y en gran extremo resistentes; fáciles de trabajar con el martillo, pero despues de labradas se adhieren mal á la argamasa. Es preciso, por consiguiente, conservar una especie de envoltura grasienta que ordinariamente las rodea: haciéndolo así, podemos construir obras de albañilería sumamente sólidas y duraderas.

Usos.—La circunstancia de ser inalterable al fuego, permite emplear el cuarzo para la construccion de fogones y de hogares de chimeneas; su extrema dureza le hace útil para empedrados en los caminos, aunque con el uso este empedrado resulte algo resbaladizo.

Artículo 4.°

Jaspes.

(12) *Composicion.*—Es sílice mezclada con aluminio y hierro en escasa cantidad.

Caractéres físicos.—Son en gran parte iguales á los del cuarzo; del cual, puede decirse, que es el jaspe una variedad.

Yacimiento.—Encuéntrase en terrenos de cristalizacion y en algunos de sedimento. En España, y sobre todo en Andalucía, es abundantísimo.

Condiciones para la explotacion.—Sus condiciones de dureza y su inalterabilidad, así como la posibilidad del pulimento, le hacen muy á propósito para ornamentacion y objetos de arte; pero al propio tiempo la resistencia que ofrece á ser labrado y la escasez con que en algunos puntos se presenta, le colocan entre los materiales demasiado caros.

Usos.—Suele ser empleado, como los mármoles, en trabajos decorativos.

Artículo 5.°

Sílice molar (piedra de molino).

(13) *Composicion.*—Es, lo mismo que las precedentes, una piedra silícea más ó ménos

pura, y tiene casi idénticos caractéres químicos.

Caractéres físicos.—*Dureza* mucha, raya el cristal y da chispas en el eslabon; *estructura* compacta, á veces celular; *fractura* concóidea; *color* gris, á veces algo rojizo.

Yacimiento.—Se halla en las capas de caliza silícea de los terrenos de sedimento.

Condiciones para la explotacion.—La sílice molar ó piedra de molino es excelente material para la construccion. Se une perfectamente á la argamasa que se introduce en las celdillas numerosas de la piedra; es de una resistencia á toda prueba, pero casi siempre muy difícil de labrar y muy costosa á causa de su gran dureza.

Usos.—Como material esencialmente refractario, suele ser empleado en la construccion de altos hornos metalúrgicos. Tambien son muy empleadas para muelas de molino harinero.

Artículo 6.º

Arenisca ó asperon.

(14) *Composicion.*—Damos ordinariamente el nombre de arenisca, á la piedra formada por la aglomeracion de granos más ó ménos gruesos de cuarzo, ó sílice pura.

Claro es, por consiguiente, que los caractéres físicos y químicos de la arenisca, coinciden

con los anteriormente descritos.—Hay areniscas de todos colores; pero abundan sobre todo en ellas los colores gris y rojizo, y más aún el amarillento y el blanco.

Yacimiento.—Las areniscas se hallan, como las calizas, con las cuales alternan muy á menudo, en casi todos los terrenos de sedimento, formando sistemas de capas más ó ménos ricas y más ó ménos inclinadas.

Las areniscas son de muchas clases: autores muy notables, naturalistas distinguidos y célebres ingenieros, entre ellos M. Demanet, estudiaron ocho distintas.

En todas ellas existen restos fósiles en gran abundancia: en cada cual, como fácilmente se comprende, los que caracterizan el terreno en que se halla.

Condiciones para la explotacion.—La arenisca (que suelen llamar vulgarmente *asperon*), tienen una tenacidad muy variable, segun las clases: miéntras unas son tan poco consistentes que puede desmenuzárselas á la simple presion de los dedos, poseen otras una dureza y una tenacidad tales, que apénas pueden ser labradas con los instrumentos mejor templados. Algunas hay, cuya consistencia las hace á propósito para ser talladas, y otras son empleadas, con excelente resultado, en los fogones.

De ordinario se adaptan perfectamente á la argamasa, y sirven para material duradero en obras de albañilería: bien que, sobre este punto, no están de acuerdo todos los autores.

Usos.—El asperon suele ser empleado como piedra de afilar. Tambien se usan para pulimentar el mármol. Cuando son demasiado duros, sirven en los empedrados.

ARTÍCULO 7.º

Granito.

(15) *Composicion.*—El granito, denominado tambien *piedra berroqueña,* se compone principalmente de tres factores: de *sílice pura,* de *feldspato* y de *mica.*

A simple vista pueden ser reconocidos estos tres factores.

Y como ya hemos hablado de los caractéres y aplicacion de la sílice pura ó cuarzo, vamos á dar una ligera idea de lo que son los otros dos componentes.

(16) FELDSPATO.—*Composicion.*—Hay varias clases de *feldspatos,* pero todos se componen principalmente de *sílice* y *alúmina,* variando en algo, ya las proporciones de estos componentes, ya la presencia de otros cuerpos distintos, que son unas veces potasa y cal, otras veces

sosa y magnesia, algunas óxido de hierro.

Caractéres físicos.—Estructura, hojosa (proviniendo de esto su nombre, cuyo significado es *piedra hojosa del campo).*

Color, vario; *lustre,* nacarado casi siempre; *densidad,* 2,6; *dureza,* bastante.

Caractéres químicos.—Se funde al soplete; no es atacable por los ácidos; se descompone por la accion atmosférica.

Yacimiento.—Generalmente se encuentra en terrenos de cristalizacion.

Es muy abundante en España. Cerca de Madrid lo tenemos en grandes cantidades en la sierra de Guadarrama.

(17) MICA. — *Composicion.* — Compónese este mineral, desde luégo, de sílice, y además alumbre, magnesia, potasa, y le da color una pequeña parte de óxido férrico, entrando en la composicion, aunque en pequeña cantidad, el fluor.

Caractéres físicos.—Estructura, hojosa; *lustre,* metalóideo y con mucho brillo (carácter de que proviene su nombre de *mica*); *color,* vario, blanco á veces, gris otras, y algunas un poco amarillento; *dureza,* muy poca, se raya con la uña; es muy untuosa al tacto.

Caractéres químicos.—Se funde al soplete (con auxilio de fundentes) y deja desprender vapores del fluor.

Yacimiento.—Se encuentra en terrenos de cristalizacion. En nuestro país abunda mucho. En Colmenar Viejo, en Buitrago, en la sierra de Guadarrama y en el Molar, podemos hallar ejemplares notables.

(18) Estudiados, si bien ligeramente y como las condiciones de este trabajo lo permiten, los minerales *feldspato* y *mica*, y conocidos con anterioridad los caractéres del cuarzo (sílice casi pura), podemos tener idea exacta de la roca llamada *granito*, y vulgarmente *piedra berroqueña*, una de las que más abundantemente existen en nuestras montañas y mayor empleo tienen en nuestras edificaciones.

Yacimiento.—La piedra berroqueña se presenta de ordinario en masas considerables en terrenos de sedimento.

Condiciones de explotacion.—La piedra berroqueña es, sin disputa, una de las piedras más á propósito para edificar que se conoce. Sin embargo, las dificultades del arranque, y sobre todo, su gran dureza (el granito da chispas al choque con el eslabon), hacen generalmente costosos su labra y su empleo. Esto no obstante, su abundancia y sus condiciones mismas de dureza y de permanencia, así como la posibilidad de explotarla en grandes masas, compensan con usura esos inconvenientes.

Uso.—Empléase generalmente en las construcciones que deben presentar gran resistencia á cualquier causa poderosa de destruccion, por ejemplo, al embate de las olas del mar.

En España la empleamos muy frecuentemente en la construccion de edificios y en embaldosar los pavimentos de las calles.

Los ingleses han hecho uso de ella para construir sus grandes puentes sobre el Támesis.

El granito es, sobre todo, muy á propósito para construcciones monumentales. Empleáronle los egipcios y los romanos, y existen construcciones cuya edificacion se remonta á más de tres mil años, y en las que no se advierte alteraciones sensibles.

ARTÍCULO 8.º

Serpentina.

(19) *Composicion.*—En la composicion de esta piedra verdaderamente notable, entran como principales factores: sílice, magnesia y agua.

Caractères físicos.—*Estructura,* compacta; *fractura,* arcillosa; *lustre,* craso; *peso,* 2,5; *dureza,* muy poca; *color,* vario; verde unas veces, blancuzco otras, pero casi siempre manchado de negro y pardo (de aquí el nombre de serpentina).

Caractéres químicos.—Se funde con bastante dificultad en los ácidos, y solamente por los bordes. Por la elevacion de temperatura se endurece.

Yacimiento.—Se halla muy abundante en terrenos de cristalizacion, y tambien mezclada con la caliza en terrenos más modernos.

En nuestro país abunda, sobre todo en Granada (Sierra Nevada), y en algunos puntos de los Pirineos.

Condiciones para la explotacion.—Sus colores brillantes; su blandura que permite sea labrada con facilidad; la circunstancia de ser muy susceptible de gran pulimento, la hacen muy á propósito para construccion de objetos de ornamentacion, sobre todo para decorado interior de monumentos y edificios. En el templo de las Salesas de Madrid existen, colocadas en su altar mayor, seis columnas de serpentina de nuestro país (de Granada). En el templo del Escorial existe tambien profusamente la serpentina.

Usos.—Usanla los arquitectos y los propietarios de edificios, para labrar columnas, retablos, cornisas, jambas, frontones, revestimientos, chimeneas, etc., etc. Existe una especie de color gris, que denominan en España *piedra ollar*, la cual suele ser destinada á la elaboracion de objetos de cocina.

ARTÍCULO 9.º

Pizarras.

(20) *Composicion.*—Este material, denominado tambien *esquisto,* se compone de sílice y de otro cuerpo, que varía segun los criaderos; ordinariamente es el óxido de aluminio.

Caractéres físicos.—*Estructura,* hojosa; *dureza,* poco considerable, puede ser rayada con el cuchillo; *color,* plomizo oscuro.

Caractéres químicos.—Ni es soluble, ni produce efervescencia en los ácidos.

Yacimiento.—Encuéntrase abundante en terrenos de cristalizacion y en algunos de sedimento. En España las tenemos en muchas partes, pero sobre todo en algunos puntos de Galicia y de Salamanca.

Condiciones para la explotacion.—Muchas son, y muy abundantes, las variedades de pizarra que encontramos repartidas por la tierra; pero son pocas las que reunen circunstancias que las hagan á propósito para la construccion.

Los famosos naturalistas é ingenieros M. Cauchy, Roget y G. Dandehn, manifestaron en un informe luminosísimo, al cual nos referiremos más adelante en este mismo libro, las condiciones que habia de reunir la *pizarra* para

ser aceptada como buena, y que reducian al número de ocho: homogeneidad, cohesion del grano, paralelismo de las estrías con respecto á la longitud de la pizarra, dureza conveniente, elasticidad, tenacidad, dimensiones á propósito y color.

Usos.—Empléanlas generalmente para cubiertas de edificios, reemplazando con ventaja en muchas partes á las tejas; algunas veces se usa tambien para solado de habitaciones.

ARTÍCULO 10.

Piedras volcánicas.

(21) *Composicion.*—El elemento fundamental de estas piedras es, como el de todas las que ahora examinamos, la sílice.

En las piedras volcánicas entran además, y en cantidad muy variable y poco definida, óxidos distintos, que son unas veces de aluminio, otras de calcio, en ocasiones de potasio.

Entre las piedras volcánicas, son las más notables, y sobre todo, las más interesantes para nuestro estudio: *los basaltos, las lavas,* y *la piedra pomez.*

(22) *Basaltos.*—Son piedras de color negro, lustre mate, estructura compacta, en algunos casos algo laminar, pero casi siempre bastante

granosa; de gran tenacidad, de gran dureza, hasta el punto de rayar el cristal y producir chispas al choque con el eslabon.

En muy elevada temperatura son fusibles, dejando un esmalte negro.

(23) *Lavas.*—Son las lavas piedras compactas, granosas y á veces celulosas, tienen cierta semejanza con las escorias ó desperdicios de las fraguas; son tan duras como los basaltos.

(24) *Piedra pomez.*—No hay necesidad de grandes y detenidas descripciones para dar á conocer la *piedra pomez*, que es muy conocida y de muchos y muy frecuentes usos.

Sus poros abundantes y alargados en el sentido mismo de las fibras del mineral; su brillo nacarado, su aspereza al tacto y su poco peso, la hacen fácil de distinguir.

(25) *Yacimiento.*—Los basaltos ofrecen muy á menudo notable aspecto. La naturaleza, reemplazando al arte, ha hecho adoptar la forma de inmensas columnatas, que remedan grandes monumentos ó ruinas imponentes. Se hallan casi siempre en los terrenos volcánicos: en España los tenemos abundantes en algunas provincias catalanas, sobre todo en la de Gerona, en el término de Castellfullit.

En cuanto á las lavas y la piedra pomez, suelen formar por sí solas grandes cadenas de

montañas, tal sucede en la América Meridional, en Francia, y en algunos puntos de Alemania; otras veces se las observa extendidas, siguiendo la pendiente del suelo desde el cráter de un volcan antiguo.

Condiciones para la explotacion.—Los basaltos son por lo comun demasiado duros para el corte, y además se adhieren con dificultad á las argamasas de todas clases. Las lavas y la piedra pomez son muy diferentes; presentan casi siempre las condiciones más apetecibles para excelentes piedras de labra.

Uso.—De todas suertes, las piedras volcánicas apénas son empleadas como materiales de construccion, sino allí donde abundan con exceso, á falta de otras piedras que serian más caras por los precios y las dificultades de los arrastres.

Tambien suelen ser empleadas para pavimentos, solados de patios, y áun de calles, en todo lo cual su forma, casi exactamente regular, facilita mucho el trabajo del operario.

APÉNDICE.

Betunes.

(26) La mayor parte de los autores que en el estudio de esta materia se ocupan, consagran

algunas páginas á las sustancias denominadas *betunes*, que representan un papel muy importante en las construcciones.

Los betunes—como su mismo nombre lo indica, y como su naturaleza demuestra—no son piedras; pero es indudable que habiendo dividido los materiales de construccion en *piedras*, *maderas* y *metales*, el estudio de los betunes, que ninguna analogía presentan con los metales, ni con las maderas, tiene una verdadera colocacion, su única colocacion posible, entre las piedras.

Caractéres.—Los betunes son cuerpos, unas veces líquidos, otras veces viscosos, en ocasioness ólidos, que exhalan, ora con el frotamiento, ora naturalmente un olor particular y *sui géneris*, aromático á veces. Arden con llama, produciendo humo espeso, de olor característico muy pronunciado.

Yacimiento.—Los betunes casi nunca se hallan aislados en la naturaleza.

En la generalidad de los casos encuéntranse impregnando muchas de las piedras que hemos examinado, como las calizas, los asperones, las pizarras y los basaltos.

Usos.—Dos maneras hay más generalizadas de emplear los betunes.

En estado sólido, para producir *másticos*, co-

mo el asfalto, qué empleamos, aunque hoy ménos frecuentemente que ántes, ya para pavimentos de corredores ó de claustros en grandes edificios, ya para aceras en las calles, ya para solados de los andenes en las estaciones de ferro-carriles, y otras veces en los paseos.

En estado líquido, como especie de baño, para conservar trabajos de carpintería, y de cerrajería sobre todo.

(D)

De otras piedras de construccion.

(27) Los naturalistas estudian y analizan, sobre las que llevamos descritas, muchas otras piedras que, con mejor ó peor éxito, y con mayor ó menor resultado, suelen ser empleadas para la edificacion.

Prescindiremos de hacerlo así, en primer lugar, porque esto nos llevaria demasiado léjos, y en segundo, porque en realidad las comprendidas en los párrafos precedentes son, puede asegurarse, las más generalmente y con más facilidad, empleadas.

CAPÍTULO III.

Piedras artificiales de construccion.

(A)

Preliminares.

(28) No es siempre fácil utilizar las piedras naturales. Unas veces la escasez de material lo hace excesivamente caro; otras la distancia á las canteras es mucha, lo cual es causa de que resulten muy costosos los arrastres; otras, en fin, ya la carencia de medios de trasporte, ó de buenas vías de comunicacion, ya otras circunstancias distintas dificultan, si no imposibilitan, el empleo de los materiales ofrecidos por la naturaleza, y hacen conveniente, y áun necesario, el empleo de materiales fabricados *ad hoc* por el hombre, y á los que solemos dar la denominacion de *piedras artificiales.*

(B)

Diferentes especies de piedras artificiales.

(29) Muchas y muy variadas son las especies de piedras artificiales: nosotros, persistien-

do en el sistema adoptado anteriormente con las piedras naturales, hablaremos solamente de las más comunes, que pueden quedar reducidas á las cuatro siguientes:

Ladrillos.

Tejas.

Baldosas.

Ladrillos huecos ó caños.

Artículo 1.º

Ladrillos.

(30) A los ladrillos se les considera divididos en dos especies principales, á saber:

Ladrillos propiamente dichos y *adobes.*

Los adobes son ladrillos sin cocer, endurecidos al sol.

Los ladrillos propiamente tales, son cocidos y se les endurece al fuego.

Tambien se los divide en ladrillos *ordinarios* y ladrillos *refractarios.*

Y por último, suelen ser clasificados tambien como *macizos* y como *huecos.*

Los adobes son usados en los países donde la fuerza de sol es suficiente y constante. En las ruinas de algunos antiguos monumentos de Egipto han sido hallados ejemplares notables de adobes. Los ladrillos cocidos son de

uso muy general en todos los países del mundo

Los ladrillos refractarios—su nombre lo indica—sirven para la construccion de hornillos y aparatos ú objetos que hayan de estar sometidos á temperaturas muy elevadas.

De los ladrillos huecos, solamente se hace uso en las obras muy ligeras.

(31) La fabricacion de las diferentes especies de ladrillos es casi la misma para todos.

En el lugar correspondiente consagraremos á esa parte la atencion que merece: en este lugar nos limitaremos á decir, que la fabricacion del ladrillo comprende cinco operaciones distintas: 1.ª, eleccion de la tierra; 2.ª, preparacion; 3.ª, moldeado; 4.ª, desecacion, y 5.ª, cochura (ó decoccion.)

ARTÍCULO 2.º

Tejas.

(32) Se construye tejas de muchas formas. Las más comunes son las *planas*, que tienen la forma de una pizarra muy gruesa, y las *abarquilladas*, que son las más conocidas en España. Son usadas, como es sabido, para cubrir los edificios.

(33) La fabricacion de las tejas es muy parecida á la de los ladrillos: exije, sin embargo, la de las tejas bastante más cuidado en la ela-

boracion y exige además el empleo de tierra ménos ordinaria.

(34) Sobre la preparacion de la tierra, el moldeado, la desecacion y la decoccion ó cochura de las tejas, hablaremos más adelante.

Artículo 3.º

Baldosas.

(35) La fabricacion de *baldosas,* que son ladrillos ménos gruesos que los ordinarios, de pasta más fina, de moldeado concluido, con más esmero y de coccion más completa, se parece muchísimo á las de los materiales anteriores.

(36) Cuando son de dimensiones más pequeñas, les dan el nombre de baldosines.

Si una de las caras recibe barniz, ó bien cierto aspecto vidriado, como de loza, la baldosa toma el nombre de azulejo. Son de uso muy frecuente en España.

Claro es que ha de tenerse cuidado de no barnizar las caras que deben estar en contacto con la argamasa ó *mortero.*

Artículo 4.º

Caños.

(37) Mucho y muy frecuente uso se hace de canales de tierra cocida para la conduccion de aguas.

Unas tienen la forma cilíndrica; otras la de un tronco de cono.

(38) Estos tubos ó canales suelen ser fabricados á torno ó por medio de máquinas, siendo sometidos despues á la operacion de desecacion y decoccion á que ántes nos hemos referido, y generalmente reciben un baño por el contorno.

CAPÍTULO IV.

Arenas y arcillas.

(39) No sería completo el estudio que, si bien á la ligera, hemos procurado hacer de los materiales de construccion incluidos bajo la denominacion genérica, y no del todo exacta, *de piedras*, si no dedicásemos alguna palabra á dos materiales interesantísimos y de empleo muy frecuente, y puede decirse que imprescindible en todo trabajo de edificacion; nos referimos á las *arenas* ó *tierras* y á *las arcillas*.

ARTÍCULO PRIMERO.

Arenas.

(40) Las arenas, que no son, en último resultado, más que desprendimientos de las piedras ó rocas, tienen, como es natural, la misma composicion que ellas, y podrian ser sujetadas á a misma clasificacion.

Hay, por consiguiente:

Arenas calizas ó calcáreas.

Arenas silíceas.

Las primeras, como las rocas de que proceden, son solubles en los ácidos; las segundas no. Algunas veces hállanse en la naturaleza mezcladas y confundidas estas dos clases, y es claro que entónces son solubles en parte y en parte no lo son.

Entre las arenas silíceas, las hay *cuarzosas*, *graníticas* ó *volcánicas*. Sus nombres mismos indican sus respectivas composiciones.

Las arenas *volcánicas*, que provienen de disgregaciones y detritus de rocas volcánicas, reciben el nombre más comun de *puzolanas*.

(41) Pero en el comercio, las clasificaciones más atendibles de las arenas, estriban en las condiciones del grano.

Denominaremos, por consiguiente:

Arenas finas, á las formadas por granos muy pequeños, casi esféricos y casi iguales unos á otros.

Gravas, á las arenas cuyos granos ni son de forma completamente regular, ni son iguales todos, y tienen la magnitud de una lenteja ó un guisante próximamente.

Arenas gruesas, son una especie de término medio entre éstas y aquéllas: ménos gruesas que las *gravas* y ménos finas que las *arenas finas*, son muy á propósito y casi irreemplazables para la fabricacion de argamasas *(ó morteros)*.

(42) Las arenas son de ordinario blancas, grises, amarillentas, rojizas ó verdosas, segun los óxidos metálicos con que se hallan mezcladas.

(43) *Yacimiento.*—Las arenas se hallan muy extendidas en la naturaleza.

Encuéntranlas unas veces los naturalistas formando bancos en el fondo de los mares ó de los rios; y otras en grandes capas en medio de las rocas que forma la corteza sólida del globo.

En el primer caso suele denominárselas arenas de mar ó de rio.

En el segundo, arenas de *mina*.

(44) Las arenas de todas clases están casi siempre mezcladas con cierta cantidad de tierra ó de arcilla.

(45) Para hacer constar la presencia de estas materias, y áun para determinar la cantidad, suele ser bastante á los prácticos estrujar algunos granos entre los dedos: su aspereza al tacto, el ruido que producen, son suficientes para que el hombre conocedor de este material pueda determinar el grado de pureza de las arenas.

(46) Tambien puede hacerse de un modo muy sencillo esta apreciacion.

En un vaso de agua clara, se echa una cantidad de arena: si la arena es pura, el agua continuará clara; si el agua se enturbia, la arena contiene materias terrosas.

(47) *Usos.*—Las arenas son empleadas, despues de mezcladas con la cal y otros cementos distintos, para la elaboracion de argamasas y para solados y pavimentos.

ARTÍCULO 2.º.

Arcillas.

(48) *Composicion.*—En la composicion de la arcilla entran como factores más principales: *la sílice* y *el óxido de aluminio*, y como factores accidentales y en proporciones muy distintas, cal, ácido de hierro y otras sustancias.

Caractéres físicos.—*Color*, blanco, pero muy á menudo teñido de gris, de rojo ó de verde; *dureza*, muy grande, hasta el pundo de dar chispas al choque con el eslabon si préviamente han sido sometidas á la accion del fuego.

Caractéres químicos.—Sometidas á una alta temperatura, disminuyen notablemente de volúmen. Son solubles en el agua, y forman con ella masa más ó ménos flúida y pegajosa.

Yacimiento.—Se encuentran arcillas en masas muy considerables en los terrenos de sedimento. En los terrenos terciarios es donde se encuentran en masas más considerable.

(49) *Usos.*—Las arcillas suelen ser clasificadas, como las arenas, por su finura y por su

pureza, y más frecuentemente por los usos á que se les destina.

Nosotros prescindiremos de todas las clases que no están relacionadas con nuestro objeto, y citaremos sólo las que son empleadas en construcciones ordinarias.

Estas son generalmente de tres clases.

Arcilla plástica ó *tierra de pipas; arcilla figulina* ó *tierra de pucheros,* y *arcilla marga* ó *tierra de ladrillos.*

La primera suele hallarse aplicada en la construccion de diques.

La segunda se emplea en la fabricacion de vasijas toscas para cocina: tenemos gran abundancia en Alcorcon.

Y la tercera, para trabajar en los tejares en la construccion de ladrillos y tejas. Tambien sirve para elaborar buenas argamasas.

CAPÍTULO V.

Explotacion de las piedras.

(*a*)

Generalidades.

(50) Conocidos ya los caractéres físicos y químicos de las piedras empleadas en las construcciones; adquiridas algunas, bien que ligerísimas nociones, acerca de su manera peculiar de presentarse; estudiadas sus ventajas y sus inconvenientes, parece llegada la oportunidad de ocuparse en el exámen de su explotacion.

(51) Para que una piedra, natural ó artificial, sea á propósito y de utilidad al constructor de edificios, es necesario que, segun los casos, ó se presente en la naturaleza en masas suficientemente grandes, ó pueda ser obtenida en cantidad bastante, para que su labra y su empleo no produzcan gasto excesivo. Es preciso, además, que posea dureza y cohesion bastantes á resistir, ora los choques y las presiones á que por su destino debe estar sometida, ora las influencias atmosféricas: causas todas que,

ya aislada, ya simultáneamente, cooperan siempre á la destruccion de las obras más sólidas.

Es claro que no ha de ser posible encontrar en gran abundancia materiales que cumplan y realicen todas estas condiciones. Fuerza es, por consiguiente, que la discrecion y el buen juicio del director de las obras, unidos á su ciencia y á sus conocimientos prácticos, que de todo ello habrá menester, suplan las deficiencias de los materiales, haciéndole emplear aquellos de que se disponga y emplearlos bien; es decir, utilizando los más sólidos y resistentes para los puntos más expuestos, y los más flojos para las partes donde las causas de destruccion sean ménos poderosas.

(52) Ni existen hoy, ni probablemente existirán nunca, reglas infalibles para conocer cuándo las piedras naturales cumplen con esas condiciones; los autores, no obstante, suelen señalar algunas que pueden y deben ser aplicadas, para tener probabilidades de acierto al escoger.

Los caractéres geológicos *(el yacimiento)*, la dureza, la estructura, la fractura, atentamente estudiados, dan indicaciones bastantes para calcular con aproximacion las dificultades que los materiales puedan ofrecer á la explotacion.

Para estimar su resistencia, es suficiente someterlos por un procedimiento cualquiera á

presiones cuya magnitud nos sea conocida.

Por último, para apreciar su fuerza contra las influencias atmosféricas, lo más prudente y lo más acertado es examinar el estado de construcciones antiguas, en que se empleó la misma especie de materiales.

(53) Sobre la primera regla nada hemos de decir. En capítulos precedentes hemos indicado las condiciones y caractéres de la mayor parte de las piedras, tanto naturales como artificiales, empleadas en las construcciones; así como su modo de presentarse en la naturaleza, por lo que hace á las primeras. Estos indicios son bastantes para calcular las dificultades que en la explotacion y laboreo pueden presentar las piedras.

(54) En lo que se refiere á la resistencia, aparte de que existen hoy máquinas muy perfeccionadas, en cuyo exámen no podemos entrar porque sería ageno á una obra tan elemental como esta, suelen algunos emplear el aparato sencillísimo representado en la figura 1.ª

La barra *AB* representa una palanca resistente y empotrada con fuerza en la pared. El cubo *M* es el material que ha de ser sometido á la experiencia: en la plataforma de la báscula *P* se colocan las pesas necesarias para que la palanca *AB* que puede girar alrededor

del punto *A* llegue á romper el ejemplar *M.*

Como los pesos colocados en *P* nos son conocidos, puede calcularse con facilidad la resistencia de *M.*

(55) La tercera regla, ó sea la relativa á las influencias atmosféricas, es sin duda la más interesante, y la que por lo tanto conviene estudiar con mayor detenimiento.

El agente que más perniciosos efectos produce en los materiales de construccion, es el hielo; las piedras que son susceptibles de ser alteradas por él, suelen ser denominadas *heladizas*, y esta circunstancia las hace sufrir notable depreciacion.

Algunas piedras hay que, sometidas á la accion de los frios más intensos, resisten sin manifestar alteracion notable; pero hay otras, á las cuales, por el contrario, la más insignificante helada modifica de una manera visible.

Unas veces, sufren disgregaciones y desprendimientos, de ordinario; en los vértices ó en las aristas; otras, se las separan hojas de más ó ménos magnitud: sin que deje de ocurrir en ocasiones que la solidez de la piedra se altere considerablemente, aunque no aparezcan al exterior signos visibles del daño causado en el interior.

Claro es que las piedras *heladizas* no pueden

ser empleadas sino para obras y sitios en que no hayan de encontrarse expuestas á la accion del hielo.

(56) La causa de estos fenómenos es muy fácil de comprender.

Esas piedras tienen la propiedad de absorber y retener cantidades mayores ó menores de agua: tanto da que esa agua provenga del terreno en que los minerales se encuentran—caso en que al agua se la da el nombre *de agua de la cantera*—como que provenga de los vapores acuosos contenidos en la atmósfera: el resultado es el mismo, y puede ser de funestas consecuencias, si no se procede con cuidado exquisito en la eleccion de materiales.

Cuando, por consecuencia de los grandes frios, el agua contenida en los poros del mineral pasa del estado líquido al estado sólido, ó como vulgarmente suele decirse, se congela, aumenta de volúmen, y al hacerlo adquiere una fuerza de expansion considerable que sobrepuja y vence la de cohesion de las moléculas del mineral.

En ocasiones es suficiente dejar expuesta la piedra al aire libre durante algun tiempo para que pierda el *agua de la cantera*, lo cual hace desaparecer, ó por lo ménos disminuir bastante las condiciones de *heladizas* de las piedras.

(57) Como el asunto es de gran interés, quizás el de mayor interés que puede presentarse en todo lo relativo á cantería, y como la regla que más arriba mencionamos, reducida á estudiar el estado en que se encontraban las construcciones antiguas en las cuales se haya hecho uso del mismo material es muy vaga, y muchas veces impracticable, sobre todo en algunos casos, que serán necesariamente muchos, en que los materiales utilizables sean de canteras no explotadas en la antigüedad, vamos á reproducir el luminoso informe redactado por el vizconde Héricart de Thury, informe algo extenso, pero cuya lectura es muy conveniente á los que, ya como directores, ya como maestros, ya en concepto de propietarios, hayan de intervenir en la adquisicion y explotacion de esta clase de materiales.

(58) Dice así el informe:

1.° Se escogen los ejemplares en los puntos dudosos de la masa que se pretende experimentar; por ejemplo, en los sitios que presentan diferencias de coloracion, de grano ó de aspecto.

2.° Se labran estos ejemplares en cubos de 54^{mm} de lado. Procurando que tanto las aristas como los vértices, resulten perfectos y sin deterioro; pues en otro caso podrian aparecer desprendimientos, cuyo orígen no sería la ma-

la calidad de la piedra, sino la fuerza con que fué rota.

3.° Se les numera y se les marca, ya con un punzon de acero, ya con tinta de china, y se conserva nota exacta y circunstanciada del sitio y del punto en que cada ejemplar fué arrancado.

4.° Se disuelve despues, en una cantidad de agua proporcionada al número de ejemplares, todo el *sulfato de sosa* que puede disolver sin aumento de temperatura. Y para adquirir la certidumbre de que la cantidad de agua empleada no puede disolver mayor cantidad de sulfato, es preciso ver si queda un poco de la sal en el fondo de la vasija, despues de una ó dos horas de haberle echado. Así, por ejemplo, 500 gramos de sulfato de sosa son bastante para saturar una botellá de agua ordinaria á la temperatura de 15 grados centígrados.

5.° Se hace calentar en una vasija cualquiera esta agua cargada de sal hasta que hierva á borbotones, y en ese momento de la ebullicion se sumerge todos los ejemplares de manera que queden completamente cubiertos por el agua; sin retirar la vasija del fuego.

6.° Se deja hervir las piedras durante media hora. Las experiencias hechas por M. Vicat, demuestran que no conviene hacerlas hervir

por más tiempo sin exponerse á traspasar el límite de los efectos de *la helada*. Es, por consiguiente, de rigor, esta ebullicion de treinta minutos.

7.° Se retira uno á uno cada ejemplar y se los coloca suspendidos de hilos, de suerte que no toquen á nada y se hallen completamente aislados. Se coloca debajo de cada uno de ellos un vaso lleno de la disolucion en que han hervido, habiendo tenido cuidado de dejarlos reposar y de arrojar el fondo, que contiene siempre polvo y granos desprendidos de los ejemplares.

8.° Si el tiempo no es demasiado húmedo ó demasiado frio, se advertirá, veinticuatro horas despues de haber sido suspendidas las piedras, que su superficie está cubierta de *agujitas* blancas, salinas, muy parecidas al *salitre* de las cuevas en la manera de presentarse. Se sumerge entera cada piedra en la vasija que está debajo, para hacer que caigan todas las eflorescencias salinas; se repite la operacion cuantas veces se formen nuevamente las agujas; despues de la noche, sobre todo, se las halla más abundantes y más largas que durante el curso del dia, lo cual hace comprender la conveniencia de realizar el experimento en un salon oscuro, en una cueva, etc.

9.° Si la piedra sometida á la experimen-

tacion no es *heladiza*, la sal no arrastrará nada con ella, y no se encuentra en el fondo del vaso, ni granos, ni hojas, ni fragmentos de la piedra ensayada, que ha de tenerse muy gran cuidado de no cambiar de sitio durante el experimento; así como tampoco el vaso que se encuentra debajo.

Si la piedra es heladiza, por el contrario, se advertirá desde el primer dia en que la sal aparece, que arrastra consigo fragmentos de piedra, que el cubo pierde sus vértices y sus aristas, y por último, se encontrará en el fondo del vaso todo lo que se haya desprendido en el curso de la experiencia, que debemos dar por terminada al quinto dia, á partir de aquel en que aparezca la sal por primera vez; pues este efecto se retrasa ó se adelanta, segun el estado atmosférico.

Se puede facilitar la presentacion de las eflorescencias salinas humedeciendo la piedra inmediatamente despues de haber aparecido en algunos puntos y repitiendo tan sencilla operacion cinco ó seis veces al dia.

Insistimos en la advertencia hecha anteriormente sobre la necesidad de no saturar el agua cuando está caliente, sólo cuando se encuentra fria debe verificarse la saturacion; pues segun hemos dicho ya, y como se ha reconocido en

las experiencias hechas en la inspeccion general de las canteras, tal piedra que resiste bien á la accion de las heladas y á la accion de la lejía saturada en frio, se cambia completamente cuando se la expone á la accion de la lejía saturada en temperatura elevada. Y lo mismo sucederia si se prolongase la locion más allá del quinto dia, como más arriba hemos indicado.

Y 10.° Si se quiere estimar comparativamente la predisposicion á helarse de dos piedras señaladas: se pesan, despues de haberlas secado perfectamente, todas las partes que se hayan desprendido de cada cubo, y se verá en seguida cuál es más *heladiza* de las dos.»

(59) Expuestas estas consideraciones, que juzgamos de gran utilidad, sobre todo para el cantero, vamos á examinar las condiciones de explotacion y labra de las piedras de construccion. Y pues hemos aceptado la clasificacion de estas piedras, en naturales y artificiales, la misma clasificacion adoptaremos ahora.

(B)

Explotacion de las piedras naturales

(60) La explotacion de las piedras naturales de construccion se hace en las canteras de dos modos distintos: al aire libre ó en galerías, ó se

gun los términos admitidos en el arte: *á cielo abierto* ó *en subterráneo*.

ARTÍCULO I.º

Explotacion á cielo abierto.

(61) Por punto general, las canteras á *cielo abierto* presentan un sistema de capas roquizas, cubiertas por otras capas más ó ménos espesas, de lo que suelen denominar los geólogos tierra vegetal; y cubiertas otras veces por terrenos de aluvion.

(62) Es necesario, pues, empezar por *hacer la cantera*.

La cantera queda hecha en el momento en que las masas roquizas están al descubierto.

Para esto se comienza quitando la capa de tierra vegetal que cubre la roca de una extension mayor ó menor, segun la importancia y las dimensiones que se quiera dar á la cantera. No juzgamos necesario advertir cuánto conviene llevar esa tierra separada á bastante distancia á fin de que no produzca entorpecimientos, ó sirva de estorbo para las operaciones sucesivas.

Despues de esto, aprovechando las grietas ó hendiduras que, al principio suelen ser muy numerosas, son arrancados de la roca piezas y pedazos de todos tamaños.

(63) Por lo comun, á medida que se profundiza en la cantera, las hendiduras ó grietas numerosas al principio, ó desaparecen ó se hacen muy raras, y en este caso es preciso recurrir á otros medios más poderosos de division.

El de resultados más inmediatos es el de *barrenar* la roca.

Consiste este procedimiento en hacer un agujero cilíndrico, más ó ménos profundo, de unos 6 centímetros de diámetro, en el cual se coloca un cartucho lleno de pólvora de mina, aunque en la actualidad suele sustituirse la pólvora con la *dinamita,* que es de más fuerza que la pólvora y más fácil de utilizar. En todo caso, ya se emplee, como se hacía ántes, la pólvora de mina, ya se haga uso, como es frecuente ahora, de la dinamita, se llena el resto del barreno con arena fina ó arcilla bien atacada y fuertemente comprimida, despues se pone fuego al extremo de una mecha de seguridad que está en comunicacion con la distancia inflamable del barreno, la mecha arde con lentitud suficiente para que el obrero se ponga al abrigo de los resultados de la explosion: cuando el barreno estalla, la fuerza expansiva de la pólvora ó de la mecha hienden la roca en várias direcciones, dividiéndola en *bloques,* que es muy fácil arrancar en seguida por medio de cuñas ó palancas.

(64) Para llevar á cabo la operacion del barreno son necesarios cuatro instrumentos.

Primero. La barrena, que es una barra de hierro cilíndrica y bastante larga, terminada en un extremo por cinceles muy acerados y que se emplea para cavar el agujero.

Segundo. *La cucharilla*, especie de cuchara de mango muy largo y que se usa para quitar del agujero hecho por la barrena el polvo de la roca que al practicar el agujero se produce necesariamente.

Tercero. *La mecha de seguridad*, ó bien *la aguja*, que de las dos puede usarse, y se usa indistintamente para comunicar el fuego al interior del barreno.

Cuarto. *El atacador*, cuyo empleo no necesitamos decir.

(65) El empleo de la aguja, que sobre ser muy peligroso y ocasionado á que estallase el barreno cuando los obreros estaban en la tarea de atacarlo, dejaba pasar tambien gran parte de la fuerza expansiva de los gases producida por la inflamacion, ha sido definitivamente reemplazado, desde hace algunos años, por el uso de las mechas de seguridad introducidas por los ingenieros ingleses.

Con el uso de estas mechas, no solamente se evita el peligro ántes señalado, sino que hasta

puede medirse con gran aproximacion el tiempo que ha de trascurrir desde el momento en que se pone fuego á la mecha hasta que se verifica la explosion.

(66) Estas mechas, que hoy son de uso muy generalizado, están fabricadas con una sustancia inflamable, contenida en una envoltura flexible de 5^{mm} de diámetro, poco permeable, y áun si es posible, completamente impermeable á la humedad. Estas mechas arden con más ó ménos lentitud, segun circunstancias muy accidentales: por término medio, consumen unos 60 centímetros por minuto. Sin embargo, como en casos de esta índole es poca toda precaucion, conviene siempre determinar préviamente este dato para cada caso, por medio de ensayo.

(67) Para cargar el barreno, sirviéndose de esta mecha de seguridad, se corta un pedazo, cuya longitud debe ser calculada con arreglo al tiempo que necesiten los obreros para ponerse al abrigo de la explosion: se introduce uno de sus extremos en el interior del cartucho, se coloca el cartucho en el fondo del agujero, dejando extendida la mecha á lo largo de las paredes del barreno; despues se ataca éste, como hemos dicho, con arena ó arcilla, y ya atacado, se pone fuego á la espoleta, ó sea al extremo libre de la mecha.

(68) El procedimiento del barreno es muy expeditivo como se ve, así que es empleado con mucha frecuencia, sobre todo cuando se trata del arranque de piedras comunes y abundantes; pero fácilmente se comprende que no debe ser empleado cuando se trata de mármoles ú otras piedras poco abundantes y de valor.

Efectivamente, amen de los inconvenientes graves que hay en que se hienda la piedra en direcciones caprichosas é imprevistas, produciéndose así gran pérdida de material, tiene tambien el barreno la desventaja de que casi siempre deja resentidos los trozos que se desprenden á la explosion, causando en ellos grietas ó hendiduras pequeñas á veces, casi invisibles en ocasiones; pero que no por ser pequeñas y no aparecer á la vista, dejan de existir, y acaban, más tarde ó más temprano, por crear y causar la rotura de las piezas ya trabajadas.

(69) Es preferible en estos casos emplear el procedimiento denominado de las *rozas*.

Consiste este en cavar en la superficie de la roca várias alineaciones de agujeros, dispuestos de manera tal, que la dividan segun sea más conveniente al objeto: se introduce en cada uno de estos agujeros una cuñita de acero ó de hierro, en cuyos lados, á fin de facilitar el movimiento de la cuña, se colocan unas chapas de

hierro tambien, y una vez colocadas las cuñas, se va golpeando en las cabezas de cada una con un martillo, hasta que la roca se hiende en la direccion préviamente determinada.

(70) Una vez conseguido este resultado, al cual puede llegarse tambien en algunos casos serrando las rocas con sierras á propósito, falta separar completamente un bloque de otro; pero esto es ya mucho más hacedero y sencillo.

Realízase por medio de cuñas que introducimos en las hendiduras producidas, y en cuyas cabezas se golpea con martillos muy pesados (10 kilógramos).

(71) Hecha la separacion se levantan los bloques por medio de grandes *palancas* ó de fuertes *crics* ó *gatos*, y por último, son arrancados de la cantera por medio de cabrias y combinaciones de poleas ú otros aparatos, para ser llevados al taller de cantería, donde han de sufrir operaciones posteriores.

Artículo 2.°

Explotacion subterránea.

(72) La explotacion subterránea ó *de galería* es casi idéntica á la que acabamos de exponer en todo lo relativo á la separacion de las capas y la elevacion de los bloques; ofrece, no

obstante, algunas diferencias en cuanto á la direccion general de los trabajos.

Cuando se trata de explotar un sistema de capas cubiertas por otras demasiado espesas, para hacer excesivamente costoso el descubrirlas, es preferible operar por medio de galerías.

(73) Pueden ocurrir muchos casos, pero sólo examinaremos los tres principales:

Primero. Que las capas dejen al descubierto sus cabezas en las escabrosidades accidentales de una llanura.

Segundo. Que se encuentre la masa general de la roca á gran profundidad de una planicie.

Tercero. Que la direccion de las capas sea paralela á la de una llanura.

En el primer caso, se reduce todo á realizar la apertura de una galería suficientemente ancha, á fin de que pueda verificarse la entrada y salida de los vehículos para el trasporte.

Esta galería puede hacerse en sentido horizontal, segun la direccion de las capas; ó bien subiendo ó bajando, si las condiciones del terreno ó la situacion de la roca así lo exige.

Despues se abre otra galería en sentido perpendicular á la direccion de la primera.

(74) Si los trabajos emprendidos lo exigen,

en vez de dos galerías puede abrirse una red de galerías como las circunstancias lo aconsejen, pues claro está que para esto no puede darse regla fija, y hay que fiar mucho al buen sentido y á los conocimientos prácticos del que dirige los trabajos de explotacion.

(75) Para comenzar el arranque de piedra se da principio, de ordinario, por la capa que parece ménos sólida, destruyéndola en pedazos.

Cuando, terminada esta operacion, las capas superiores quedan bastante flojas, se arrancan apelando á los procedimientos ya conocidos de las cuñas ó de los barrenos, segun los casos, y se las conduce en grandes masas al taller de cantero ó al almacen. Despues se ataca á las capas inferiores de la misma manera y por los mismos medios, y de esta suerte queda formada una excavacion más ó ménos profunda en el mismo interior de la roca explotable, que podemos ir ensanchando cada vez más, extrayendo pedazos miéntras sea necesario. Claro es que esto no puede hacerse sin adoptar las precauciones necesarias para evitar hundimientos, sobre todo de las capas superiores, que forman lo que podria denominarse bastante exactamente el *techo* de la cantera.

(76) Por caso muy raro, sucede alguna vez que esa capa superior que hemos designado con

el nombre de techo de la cantera, tenga la solidez necesaria para no romperse ó hundirse si la damos extension algo considerable. Para evitar, por consiguiente, este contratiempo, que sobre originar deplorables desgracias personales, podria tambien ser causa de entorpecimiento y de interrupcion en los trabajos, es conveniente apuntalarlas por medio de vigas, y áun mejor por gruesos pilares de la misma piedra que dejaremos subsistentes en medio de la masa en explotacion. No es necesario decir que la abundancia de estos pilares, las distancias de unos á otros, y hasta las dimensiones de los mismos, variarán segun la solidez y los accidentes particulares del *techo* que han de soportar.

En esta como en ocasiones anteriores, ha ocurrido, y como ha de ocurrir áun, bien que no insistamos en ello en lo sucesivo, la práctica del director de los trabajos, sus conocimientos teóricos, su golpe de vista, su discrecion, son los factores más principales y casi únicos que sirven de garantía al obrero.

(77) Casi siempre se llena las partes abandonadas de la cantera con los restos y detritus de aquellas otras partes donde la explotacion continúa. Sólo en el caso de que entre esos restos hubiese materiales utilizables, se los extrae

tambien por los medios de trasporte ordinarios.

(78) *En el segundo caso,* sobre todo si las capas que han de ser explotadas se hallan á gran profundidad, será necesario, ante todo, y como operacion preliminar, abrir un pozo vertical que llegue hasta el punto más bajo de las capas. Hecho esto, se inicia el trabajo de abrir la galería ó la red de galerías como en el caso anterior.

(79) *En el caso tercero,* si las capas son paralelas á las laderas de una llanura, la galería se abre en direccion perpendicular al sentido general de las capas, y despues se hace una ó várias excavaciones en la misma roca, procediendo como en los casos anteriores.

(80) El distinguido profesor de nuestra escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D. José A. Rebolledo, en su excelente *Manual del constructor práctico,* libro de gran utilidad, examina otro medio de explotacion, que denomina, muy atinadamente, explotacion por desprendimiento, y que expone en los términos siguientes: «Un sistema especial de explotacion que se emplea en las canteras de Monjuich, cerca de Barcelona, para las diferentes obras, empedrados y puerto de dicha ciudad, da excelentes resultados. La montaña citada está constituida en la parte central de su altura por

una série alternada de bancos de arenisca dura y de arcillas y margas, presentando en las laderas los primeros, á causa de su mayor resistencia á los agentes atmosféricos, hasta ocho salientes ó escalones bien marcados.»

«Para verificar la explotacion se empieza por abrir, en vez de las capas inferiores de marga, galerías perpendiculares á las laderas ó frente de la montaña, y despues otras que crucen á escuadra las primeras, siendo variable la longitud de unas y otras, segun sea el trozo de montaña que en altura y extension se trate de desmontar. Estas galerías, cuya altura permite trabajar cómodamente á los obreros, se van ensanchando sucesivamente y reduciéndose, por lo tanto, los prismas que sostienen el banco de arenisca superior; hasta que éste, á causa de la falta de apoyo, empieza por crugir y agrietarse, rompiéndose despues y cayendo en trozos enormes que luégo se reducen á las dimensiones ordinarias, por medio de barrenos.

«La galería de fondo, y las dos laterales que son perpendiculares á la primera y al frente de la montaña, no se ensanchan, á fin de que en ellas no se verifique desprendimiento alguno y puedan servir de punto de refugio y ayuda á los operarios. Estos llegan á adquirir tal prác-

tica, que conocen casi por momentos el estado de seguridad que ofrecen las galerías, y determinan ordinariamente el desprendimiento disparando algunos barrenos á varios prismas de los que sostienen el banco superior, el cual se derrumba en cantidad tan grande, que á veces cubica miles de metros sin ocasionarse desgracias personales.»

«Este sistema de explotacion, llamado en la localidad *enderroc*, proporciona grandes ventajas bajo el punto de vista de la rapidez y economía, y puede emplearse convenientemente en circunstancias análogas á las que presenta la montaña de Monjuich.»

(81) En casi todas las canteras, y á muy poco que se profundice, se encuentra agua, y para continuar las labores es indispensable desaguar la cantera.

Las galerías que desembocan ó terminan al aire libre, tanto si son horizontales cuanto si son ascendentes, presentan sencillos y fáciles medios naturales de desagüe que evitan gastos de consideracion. En otros casos, es preciso recurrir al empleo de las bombas.

En algunas ocasiones una bomba ordinaria, de las ménos poderosas y movida á brazo, basta y sobra para llevar á cabo el desagüe; en otras apénas si las máquinas más poderosas, que los

adelantos de la hidrodinámica proporcionan, bastan para desecar las canteras.

(82) Aún existe otro inconveniente más grave en las canteras subterráneas: á veces no se renueva con facilidad el aire en aquellos recintos. El contenido en las galerías, como fácilmente se comprende, hállase viciado por la respiracion de los hombres y de los animales que en ellas trabajan, por la combustion de las lámparas, por la explosion de la pólvora, y por otras causas igualmente eficaces, y llega á ser en muchos casos irrespirable y pernicioso. Ha sido necesario obviar este inconveniente procurando renovar el aire y establecer corrientes abriendo de trecho en trecho pozos que sirvan como de ventiladores.

(83) En cuanto llevamos dicho sobre explotacion de las piedras naturales, hemos partido de la suposicion de que las rocas se encontrasen dispuestas en capas diferentes: si las rocas ofrecen una gran masa compacta, las operaciones serian las mismas, aunque ofrecerian mayor dificultad, á causa de la mayor resistencia del material.

(C)

Labra de las piedras naturales.

ARTÍCULO I.º

Preliminares.

(84) Hemos expuesto ya cómo los materiales de construccion comprendidos en el grupo de *piedras* y limitados áun al *sub-grupo* de piedras naturales, que es el más numeroso y el más importante, se encuentran en la naturaleza, y hemos indicado los diferentes procedimientos empleados para arrancarlos de la cantera en que se encontraban; el estudio de los arrastres, del costo de los trasportes, de los medios para facilitar y abaratar las comunicaciones entre la *cantera* y el *almacen*, ó bien entre el punto de arranque y el taller de cantería, no es propio de este sitio, ni incumbe realmente al arte de la cantería, ni al trabajo del cantero.

Este ni áun comienza su verdadero trabajo en las operaciones que llevamos reseñadas y que corresponden más al minero; sin embargo, los mineros de las canteras son en realidad canteros, y viceversa, los canteros deben poseer y poseen siempre conocimientos prácticos, y áun

alguna vez teóricos, de laboreo de minas aplicado á las canteras.

(85) Sea como fuere, el trabajo inicial del cantero parte de la cantera misma. Allí tiene el material, arrancado por él ó por operarios mineros; de allí lo envia al taller, que ordinariamente se encuentra al aire libre y lo más cerca que sea posible de la cantera: bien que muchas veces, y por conveniencia para las obras, suelen los constructores establecer talleres provisionales de cantería en las inmediaciones de los edificios en construccion, á los cuales están destinadas las piedras. Pero esto sucede pocas veces y sólo en circunstancias muy excepcionales; porque en realidad se produce un gasto inútil en el arrastre y trasporte, llevando materiales que despues no han de ser aprovechados.

(86) El trabajo propiamente dicho del cantero comienza desde que recibe en el taller el bloque de grandes dimensiones y de forma irregular, tal cual se desprendió ó fué arrancado de la cantera, y termina cuando ese bloque convertido en pieza determinada del edificio ó del monumento, queda colocada en el sitio que por el director de la fábrica le ha sido señalado.

De estas operaciones vamos á tratar en los artículos sucesivos.

ARTÍCULO 2.º

Desbaste.

(87) Suele llamarse *desbaste* á la operacion de dar á la piedra, aunque sea de un modo tosco y apénas perceptible, forma algo aproximada á la que debe tener en la obra á que se destina. Siempre es necesario dejarla con dimensiones un tanto mayores para compensar las roturas y pérdidas que necesariamente sufre el ejemplar en las operaciones ulteriores.

(88) Cuando el bloque es demasiado grande, ántes de hacer la operacion indicada, se divide en dos ó tres más, segun las dimensiones que hayan de tener las piezas de la obra; y despues se las *desbasta* como ya hemos dicho.

De ordinario, al desbastar una pieza se procura darla una forma algo aproximada á un paralelepípedo recto retangular; solamente no se hará así en el caso de que para el trabajo general de la obra no conviniese esa forma determinada.

Entónces, como hemos indicado ántes, el cantero procurará, al desbastar la piedra, imitar en lo posible y aproximarse á la forma que en definitiva haya de tener la pieza, exagerando las dimensiones lo suficiente. Por esto, el primer

trabajo del cantero lo hace siempre con las *plantillas* necesarias.

(89) El cantero en este primer trabajo no necesita, fuera de las plantillas, más instrumento de trabajo, ni otra herramienta, que el *martillo* y el *pico* (figs. 2.ª y 3.ª).

La inspeccion de las figuras basta para formarse idea de lo que son esos útiles y de la manera de emplearlos.

El martillo suele tener un peso de 6 kilógramos, á veces más, tiene la cabeza de hierro y el mango de madera.

El pico pesa de 3 á 4 kilógramos, y tiene tambien el mango de madera y los picos de hierro bien acerado.

Tanto el uno como el otro instrumento, son aplicados siempre con ambas manos.

(90) Es muy conveniente, para facilitar el trabajo, que la operacion de *desbaste* sea hecha inmediatamente despues de arrancada la piedra; pues pasado algun tiempo, el ejemplar pierde el *agua de la cantera* y ofrece mayor resistencia.

ARTÍCULO 3.º

Separacion.

(91) Esta segunda operacion no es en realidad distinta de la precedente.

Empléanla de ordinario con las piedras de estructura hojosa ó astillosa, las cuales suelen ser desbastadas de otra manera.

Despues de haber obtenido trozos más ó ménos grandes, pero fáciles de manejar, se verifica la *separacion* siguiendo los planos de division de la estructura, y queda de este modo dividido el ejemplar en hojas ó placas más ó ménos gruesas, segun el objeto á que se las destine.

Tal se opera, por ejemplo, con las pizarras.

Para esta separacion utilizan los obreros *cuñas* ó *cuchillos* que se introducen en el sentido del plano general de las hojas.

(92) Por lo comun, son dos los talleres del cantero: uno muy próximo á la cantera, en el cual se practica las operaciones precedentes, y que suelen llamar *taller de desbaste*: otro próximo á la obra, que denominan *taller de labores*.

ARTÍCULO 4.º

Labra.

(93) Casi siempre, aunque en algunos casos puede prescindirse de ella, á fin de obtener formas más regulares, someten los trabajadores las piedras ya desbastadas á una segunda operacion que denominan *labra* y otros *corte*.

(94) En esta nueva operacion, en la cual se

exige al cantero mayor regularidad en la forma y más exactitud en las dimensiones, necesita emplear las herramientas siguientes: *cincel, cincel de puntas (gradina), bocarte* (mazo), al que otros autores denominan *bujarda, cinceles planos, punterolas, garlopas raederas.*

El cincel es un vástago cilíndrico, de hierro, que termina en el un extremo por un filo acerado, y en el otro por un ensanche, sobre el cual se golpea con el martillo.

La gradina (cincel de puntas) no viene á ser más que un instrumento como el anterior y que se diferencia de él en várias puntas que obran simultáneamente.

El cincel se emplea para quitar las asperezas dejadas en el *desbaste* ó producidas con el martillo.

La gradina sirve para quitar las asperezas que ha dejado el trabajo precedente.

El bocarte, ó *bujarda,* ó *mazo,* que de todas estas maneras suele ser nombrado, es una especie de martillo prismático, cuyos dos extremos están terminados por pirámides, y que vienen á producir el efecto mismo de *la gradina.*

Los cinceles planos (tambien *tallantes*), presentan un corte acerado y bien templado á la extremidad de un vástago como el del cincel,

El cincel plano sirve para reemplazar las asperezas dejadas por las operaciones precedentes por una série de ranuras más ó ménos finas, más ó ménos próximas. Existen de muchas dimensiones, y estas hendiduras van casi siempre dirigidas en el sentido de las aristas de las superficies talladas ó labradas.

(95) Para emplear estas herramientas, tanto cinceles, como gradinas, como cincel plano, el cantero las toma y mantiene con la mano izquierda, formando un ángulo semi-recto (45° poco más ó ménos) sobre la superficie que labra; despues golpea en ellos con un martillo de madera de haya, y más generalmente de hierro dulce, denominado *maceta*.

(96) Estas herramientas, las dos de que poco ántes hablamos, *un banco* de piedra, algunas *escuadras de hierro* y una regla dividida en decímetros y centímetros, constituyen, por decirlo así, todo el aparato necesario al cantero.

Cuando se trata de labrar piedras demasiado duras, como granitos por ejemplo, se hace uso de *punterolas ó de martillo de bisel*, cuyo empleo se comprende fácilmente aunque no se realice con la misma facilidad.

Para las piedras muy lisas y blandas se em-

empezar el trabajo, y las *garlopas raederas* que sirven para terminarlo.

Artículo 5.°

Aserrado.

(97) En algunos casos puede obtenerse simultáneamente el *desbaste* de los bloques ó sillares, y una gran regularidad en las superficies, esto es, casi á un tiempo mismo, *el desbaste* y *la labra*, por medio del aserrado.

Este procedimiento debe ser empleado:

1.° Cuando por ser las piedras demasiado blandas ofrezca ventajas su ejecucion.

2.° Cuando, áun siendo duras, tengan suficiente valor y escaseen bastante para que haya empeño en perder de ellas la menor cantidad posible.

3.° Cuando en el mismo caso segundo, ya por su escasez, ya por lo elevado de su precio, no son empleadas más que para revestimientos ó planchas, y es necesario obtener hojas y placas de escaso grueso que no podrian ser obtenidas por otro procedimiento.

En este caso se hallan, por ejemplo, casi todos los mármoles.

El aserrado se efectúa segun los grados de dureza de la piedra.

1.° Con sierras de dientes, muy parecidas á las empleadas para desbaste y aserrado de las maderas.

2.° Con sierra de arena y de agua, que se parecen á las otras, pero cuya hoja no está dentada.

Estas sierras tienen algunas veces grandes dimensiones que dificultan su manejo; en este caso se las suspende por el medio, empleando una cuerda y dos sustentáculos plantados en el suelo.

(98) Muchas veces las sierras son movidas por medio de una máquina, lo cual es ya casi general en los grandes talleres. Para utilizar el empleo de la máquina cuando se pretende dividir el ejemplar en láminas muy pequeñas, se colocan muchas láminas á distancias convenientes en una misma armadura, á la cual se imprime un movimiento oscilatorio.

ARTÍCULO 6.°

Pulimento.

(99) En algunos casos, y por razones cualesquiera, conviene ó se necesita llevar más allá la perfeccion de las superficies, y entónces se efectúa la operacion del pulimento. Antiguamente solia hacerse esto para obtener más exac

ta superposicion en todos los sillares labrados; en la actualidad no es comun hacerlo sino en los mármoles; en los cuales el *pulimento* hace resaltar la finura, la belleza y la variedad de colores.

Como en la parte segunda de este libro hemos de referir y concretar estos trabajos al que obra en *mármoles* exclusivamente, reservamos para entónces entrar en más pormenores acerca de esta operacion complementaria.

(100) Con ciertos materiales ocurre que si bien necesitan ser pulimentados, no lo han menester tan acabado y tan perfecto como el de los objetos de decorado y ornamentacion. Puede obtenerse un *semi-pulimento*, ó pulimento incompleto, con la frotacion continuada de dos piedras de una misma naturaleza, la una sobre la otra.

Este procedimiento es el generalmente empleado para pulimentar las baldosas de los pavimentos.

Esta operacion se efectúa empleando máquinas á propósito, que producen esa frotacion de una piedra sobre otras: la operacion debe durar, por lo general, seis horas, cuando se trate de baldosin ó baldosas de escasas dimensiones, y más tiempo en las de mayor tamaño.

(D)

Colocacion de las piedras naturales.

ARTÍCULO 1.º

Preliminares.

(101) Hemos seguido paso á paso las operaciones exigidas por los materiales denominados piedras, desde su arranque de la cantera hasta la terminacion de su labra cerca de la obra. Puede considerarse terminada aquí la tarea del operario cantero.

Es más, como ya indicamos al estudiar la disposicion de los materiales de la cantera y los trabajos de la explotacion—en el sentido rigoroso de su significado—el trabajo del cantero no comienza hasta que la piedra se halla en el *taller de desbaste*.

Las labores de explotacion y arranque, así como la apertura de galerías ó pozos, segun los casos, corresponden al minero.

El bloque, conducido al *taller de desbaste*, es el objeto del arte de la cantería: comienza este desbastando la piedra y termina trabajándole en el taller de *labra*, cerca de la obra en construccion.

Los trabajos anteriores al *desbaste* corresponden al minero.

Los posteriores á *la labra* corresponden al aparejador, al albañil ó al pizarrero.

En la práctica no sucede así: las competencias de los diferentes artes y oficios no se halla tan perfectamente deslindadas que el cantero, por ejemplo, haya de encerrarse entre los dos límites marcados. Muchas veces, casi siempre, son de su cargo los trabajos de la cantera, y muy á menudo le corresponde tomar parte en la colocacion de los materiales, ya labrados.

Tenemos, pues, la piedra arrancada de la cantera.

Tenemos asimismo la piedra labrada y en disposicion de ser colocada en su sitio correspondiente.

Nos falta estudiar las operaciones relativas á esta colocacion, y su estudio es justamente el objeto de este capítulo.

ARTÍCULO 2.º

Comparacion entre las construcciones antiguas y las modernas.

(102) Los monumentos de piedra de los antiguos son casi siempre notables, más aún que por la perfeccion de la labor y la exactitud de la colocacion (que son admirables), por la prodigiosa magnitud de los ejemplares empleados.

No es extraño encontrar en las ruinas de antiguas construcciones de Grecia y Egipto piedras que, para ser trasladadas de un punto á otro, y áun sólo para ser movidas, han debido de exigir muchos miles de brazos, y que no obstante, presentan apariencias de haber sido trabajadas y elevadas simultáneamente y ya las unas sobre las otras para obtener una superposicion más completa. En nuestras construcciones modernas es muy raro emplear masas tan pesadas. Casi todas las que se utilizan son manejables y trasportables por muy pocos hombres, y cuando más, haciendo uso de máquinas muy sencillas.

Solamente en casos muy raros, en algun monumento fastuoso, se falta á esta regla, que es general.

Artículo 3.°

Reglas generales para la colocacion de las piedras.

(103) Las paredes, las columnas, las pilastras, las bóvedas, etc., etc., están formadas, por lo comun, con piedras pequeñas labradas de antemano, y unidas entre sí, ya por la simple superposicion, ya por medio de grapas ú otros procedimientos auxiliares.

Si la union de estos materiales ha de formar

un todo estable y sólido, es necesario que todas y cada una de las piedras satisfagan á las condiciones siguientes:

Primera. —Que sus caras sean perpendiculares entre sí.

Por la necesidad de que sean igualmente resistentes en todas sus partes, lo cual no suce deria si presentase ángulos agudos ú obtusos.

Segunda.—Que todas las superficies de contacto sean de las que en Geometría denominan *regladas* ó desarrollables.

Porque esto, además de facilitar la ejecucion, permite dar fácilmente á las superficies de con tacto el grado de precision apetecible.

Tercera.—Que las superficies de *asiento* se hallen perpendicularmente á la resultante de las fuerzas, á las que la piedra debe estar sometida.

(Lo ordinario es que las piedras sólo estén sometidas á la accion de la gravedad, y actuando ésta, como es sabido, en sentido vertical, las superficies de apoyo ó de asiento deben ser horizontales).

Esto contribuye muy eficazmente á la solidez del conjunto, por lo mismo que da á toda piedra el máximum de estabilidad.

Cuarta.—Esas mismas superficies pueden ser contínuas de un cabo á otro de la masa ge-

neral; pero las superiores ó de juntura deben ser precisamente discontínuas.

Así se establece en el sentido lateral una trabazon, sin la cual el conjunto se encontraria dividido en porciones casi independientes unas de otras.

Y quinta.—La relacion entre la longitud y el grueso de cada sillar, no ha de exceder del límite que marque el grado de resistencia de la sustancia empleada.

Esta regla, cuya observancia es de gran interés, tiene por fin el asegurar á cada piedra solidez suficiente y el evitar que se rompa bajo el peso de las partes superiores.

Casi siempre se cuida de no dar de longitud más del séxtuplo de la altura. Aun en la práctica suele reducirse en la mayor parte de los casos la longitud al duplo ó triplo de la altura vertical para las piedras duras, y al triplo de la mitad para las blandas.

ARTÍCULO 4.º

Pormenores de ejecucion.

(104) Una piedra tallada, cuando se la destina á formar parte de un conjunto, ha de satisfacer á dos condiciones principales: superponerse exactamente á las otras; y tener una ó várias ca-

ras precisa y justamente, en el plano exterior de la pared. Pero como es muy difícil, y acaso resultaria muy costoso cumplir simultáneamente con ambas condiciones, los maestros y aparejadores suelen limitarse á rectificar bien y á labrar con mucho cuidado las superficies de paramento, desbastando á la ligera y groseramente las que no aparecen al exterior ó que han de estar en contacto con las otras piedras; valiéndose de cuñas supletorias más ó ménos gruesas, se coloca la piedra en la posicion que debe tener.

Este procedimiento es sencillísimo, pero presenta inconvenientes que, en algunos casos, pueden ser de verdadera gravedad.

(105) Colocada la piedra en esas condiciones, ofrece, como es natural, resistencia mucho menor que si estuviese asentada en toda su superficie: así que no sólo se halla expuesta á romperse por la mitad, sino á estallar en los puntos de apoyo.

A fin de remediar ese inconveniente, se rellena el hueco entre piedra y piedra con una *argamasa* ó *un mortero* cualquiera, bien ántes, ó bien despues de la colocacion de la piedra sobre las cuñas; pero esto en pocos casos obvia la dificultad, porque el mortero, al secarse, se reduce mucho de volúmen y vuelve á quedar en vago la piedra, sin más puntos de apoyo que

las cuñas. El emplear cuñas de plomo en vez de cuñas de madera, como algunos han propuesto, es un paliativo de muy escasos ó de nulos resultados.

106 No es difícil, ni muy costoso, el procedimiento que podríamos llamar de *tortada*, desde luégo este procedimiento exige que se labre más cuidadosamente la piedra en todas las superficies.

Cuando se pretende colocar sobre un asiento ya formado una piedra, debe principiarse por nivelar é igualar con todo cuidado la superficie superior de este lecho. El uso de un nivel cualquiera de las escuadras y de la regla, nos mostrarán si el plano de la piedra está bastante igualado, y si tiene la inclinacion conveniente, en caso de que no haya de ser horizontal. Cuando así no suceda, el cantero debe retocar las partes en que aparezcan desigualdades. Hecho esto, confirmado cuidadosamente que el labrado de la piedra cumple todas las condiciones pedidas, se la pone en la posicion que debe ocupar, elevándola por el medio generalmente empleado, y sobre el lecho mismo en que debe estar se extiende, despues de haberle dejado bien limpio, una capa de unos 4mm de espesor, de un mortero cualquiera; sobre este mortero ó argamasa se coloca la piedra, por

medio de palanquetas de hierro; hecho esto, y para afirmarla, se la golpea con un mazo grande de madera, ó bien con un pison, hasta lograr que el mortero sobrante rebose al exterior, para conseguir de este modo que la separacion entre una piedra y otra, ó bien entre la piedra y el lecho del terreno, si se trata de la primera hilada, sea tan poco gruesa como se desee ó convenga.

Formada de este modo una hilada de piedras, se las repasa de nuevo, se las retoca si es preciso, y se procede del mismo modo para formar las sucesivas.

(107) Las piedras pueden ser colocadas en esta hilada de dos modos: á *soga* y á *tizon*.

Dícese que están colocadas á *soga* cuando la longitud del material es paralela al *paramento* de la obra.

Dícese que están colocadas á *tizon* cuando la longitud del material es perpendicular á este paramento.

Si en este segundo caso, la longitud de la piedra es igual á la distancia entre un paramento y el opuesto, recibe el nombre de *llave.*

(108) Aunque para hacer que la piedra asiente bien, y se afirme con fijeza, sea preciso sacrificar el paramento, no debe dudarse en hacer el sacrificio: se trata de garantizar la

solidez á costa de un trabajo poco difícil.

Redúcese todo á volver á labrar el paramento sobre la obra misma, una vez concluida.

Esto mismo sucede casi siempre en la ejecucion de obras complicadas, como bóvedas, molduras, etc., es preferible no hacer sino *esbozar* los paramentos, y acabarlos despues en la obra misma: de este modo se evitan repeticiones de trabajo y pérdida de tiempo.

Como en estas operaciones sería fácil que se sufrieran algunos desperfectos las aristas, suelen colocar las piedras desde luégo sobre cuatro cuñas de madera, que despues se les quita para la colocacion definitiva.

(109) Por lo general, las piedras de construccion ofrecen más resistencia á las presiones que sobre ellas se ejerce en la direccion perpendicular á la superficie de la capa de que provienen que á las ejercidas en otro sentido: es conveniente, por lo tanto, cuando de estas piedras se trata, colocarlas en la direccion que denominan los arquitectos *lecho de cantera*.

ARTÍCULO 5.º

Arrastres.

(110) Como su nombre mismo lo indica, arrastre es la operacion de conducir la piedra

desde la cantera, ó bien desde el taller de desbaste, *á pié de obra.*

En los casos comunes, esta operacion se efectúa por medio de rodillos de madera, en la forma que indica la figura 4.ª; á éstos se les hace rodar sobre el terreno mismo, ó bien sobre largueros ó *rails* colocados exprofeso, ó bien empleando carretones ó carros (fig. 5.ª) arrastrados por hombres ó por caballerías, segun los casos. Cuando la piedra es excesivamente pesada, la operacion resulta de alguna mayor complicacion y de más dificultad. Pero como esto no ocurre casi nunca, y como en cada caso particular de los que pueden presentarse, las circunstancias del terreno, la distancia desde la cantera á la obra, los accidentes y condiciones del material serán probablemente distintos, no creemos necesario dar una regla general, que tal vez no tendrá nunca oportuna aplicacion: en cada caso, el director de los trabajos resolverá lo que, en presencia de los datos presentes, convenga.

ARTÍCULO 6.º

Levantamiento.

(111) El levantamiento ó subida de la piedra desde el terreno hasta la *hilada* de que ha de formar parte corresponde evidentemente á

la tarea y circunstancias del ingeniero ó del arquitecto que dirige la obra, y su conocimiento forma parte de la mecánica, en que no debemos entrar.

El estudio del *torno* de los *polipastos* (sistemas de poleas), de las *cabrias*, de la *grúas*, máquinas todas de uso vulgar y frecuentísimo, no puede tener cabida en un libro de esta naturaleza, ni dice relacion alguna con el arte de la cantería. Ha sido preciso, sin embargo, mencionar esta operacion, y los medios de realizarla, para no establecer soluciones de continuidad en la marcha impuesta por las exigencias de la lógica.

ARTÍCULO 7.º

Refuerzos.

(112) Sin perjuicio de la solidez y consistencia con que una piedra y otra se unen entre sí, ya por el simple frotamiento de sus paredes, ya por la adherencia de la argamasa ó mortero, suele en ocasiones emplearse otros medios que contribuyen á la mayor duracion ó seguridad de la obra y que nosotros llamaremos *refuerzos*.

Tales son, por ejemplo, y entre otros los *rebajos* y *resaltos*, merced á los cuales las piedras se *agarran*, si es lícito expresarse así, unas á

otras; haciendo que las partes salientes de las unas coincidan con las partes entrantes de las otras, claro es que la adherencia será mayor. Aunque es difícil que el obrero llegue al hacer esto á la exactitud necesaria, y sin esta exactitud el procedimiento no tiene ventaja alguna.

Usase otras veces de *grapas* metálicas, procedimiento que ofrece más ventajas y es más económico.

Las clavijas de hierro tambien son empleadas en algunos casos con buenos resultados.

Los perpiaños, largas barras de hierro horizontales ó verticales que unen las hiladas de piedras, son de poco uso.

(113) Todos estos refuerzos se unen á las piedras por medio de *fijamientos*.

El fijamiento se hace abriendo en la piedra, en los sitios convenientes, cavidades algo mayores que las dimensiones de la parte de hierro que ha de introducirse en ellas, y llenando despues el hueco que resulte con una sustancia líquida que despues se solidifique sin contraerse demasiado.

Ordinariamente se emplea cales hidráulicas, mezclas resinosas, á veces plomo y azufre, ó yeso.

ARTÍCULO 8.º

Repicados y rejuntados.

(114) Aun admitiendo que el cantero al labrar la piedra haya puesto todo el cuidado posible, y que las operaciones de elevacion y colocacion y afirmado hayan sido llevadas á cabo con todo esmero, sucede casi siempre, siempre por mejor decir, que para dar por bien acabada la obra, es indispensable retocar las fachadas y las paredes exteriores despues de concluidas. Esta operacion, acaso la más difícil y la de más cuidado del cantero, es la que tiene el nombre de *repicado.*

Por lo comun se ejecuta comenzando por la parte más elevada del edificio y concluyendo por las más inferiores.

(115) *El repicado* consiste en rectificar, cincelar y perfeccionar los paramentos bosquejados y en quitar las asperezas y puntos salientes ó corregir los desperfectos causados durante la construccion; labrar las molduras; terminar las esculturas, que sólo han sido indicadas ántes de la colocacion; abrir los rebajos si ha de haberlos, etcétera, etc. Es, en una palabra, como ya lo hemos dicho, el trabajo más importante del cantero.

Cuando se trata de reparar desperfectos ocasionados por accidentes cualesquiera en el curso de los trabajos, suele hacerse uso de la sustancia conocida con el nombre de *mástic de cantero*, que se vierte líquido en los desperfectos que se trata de reparar; y que despues se solidifica adquiriendo bastante dureza, para poder ser labrado al propio tiempo que la piedra misma.

Conviene, sin embargo, no abusar de este ingrediente, empleándolo sólo en reparaciones poco importantes y en que sea imposible apelar á otro recurso. Y para evitar en lo posible su empleo, conviene cubrir las aristas salientes de las piedras labradas con una envoltura de madera, á fin de evitar el efecto de los choques frecuentes con los cuerpos que muy á menudo, y por casualidad, caen de las partes más elevadas de la obra en todo el tiempo que duran los trabajos.

(116) *El rejuntado* es la operacion que consiste en sustituir en los paramentos el mortero que sirve para dar cohesion y adherencia á las hiladas de piedras y unirlas unas á otras, con otro de mejores condiciones hidráulicas, y ménos sensible á las influencias atmosféricas.

Esta operacion, tambien extraordinaria, tiene tres partes:

Primera. Extraer con un punzon de hierro

el mortero primitivo hasta una profundidad que no pase de tres veces la mitad de la *junta*.

Segunda. Limpiar y humedecer el hueco producido, á fin de que el nuevo mortero se adhiera con fuerza y fácilmente á los materiales.

Tercera. Rellenar el hueco producido—limpio ya y lavado—con la argamasa que se quiere emplear, que en seguida se comprime por medio de la paleta.

ARTÍCULO 9.°

Medios auxiliares.

(117) Las diferentes operaciones de asiento, repicado y rejuntado que precedentemente hemos expuesto, no podrian ser efectuadas sin el auxilio de aparatos, más ó ménos sólidos, más ó ménos complicados, y que reciben diferentes nombres, aunque los más generalmente usados son:

Andamios y cimbras.—Lo que son andamios, aparatos á los cuales su constante empleo ha vulgarizado, no necesitamos decirlo; todos saben lo que es un andamio y cuál es su utilidad, aunque no sepan todos cómo se los construye, ni conozcan las reglas que es menester guardar para su demolicion.

Pero tanto lo uno como lo otro, es ageno al arte de cantería, y entra en el dominio de la albañilería, ó más propiamente, en la competencia del carpintero para la ejecucion; pues la direccion, claro es que compete al arquitecto ó ingeniero: y cuando ménos al maestro de obras.

(118) *Las cimbras* son andamios especiales empleados para la construccion de las *bóvedas*.

Es sabido que las bóvedas se componen de un sistema de piedras de forma especial, llamadas generalmente *dovelas*, las cuales no están sostenidas por debajo del hueco cubierto por ellas, sino por el apoyo mútuo que unas á otras se prestan cuando la bóveda está completamente cerrada. Hasta entónces esas *dovelas* tienden, por la accion de la gravedad, á resbalar unas sobre otras y á caer, si no se las opone aparatos á este efecto.

Tal es el objeto de las *cimbras*.

Las cimbras son, segun los casos, unas veces de tierra y piedra, otras de ladrillo, muchas de madera.

(119) De la construccion de andamios y cimbras, así como de la demolicion de andamios y de los descimbramientos, operaciones sumamente delicadas y de gran cuidado en que cabe responsabilidad gravísima para el ingeniero que dirige los trabajos, podemos repetir lo que ya

indicamos al hablar de los aparatos empleados para elevar los materiales, no corresponde su estudio al arte de la cantería.

Era indispensable esta ligerísima indicacion, sin la cual aparecerian lagunas injustificadas en el curso de nuestra tarea, pero no sería pertinente un estudio detenido que está, por completo, dentro del campo de la ciencia.

Artículo 10.

Empedradores y pizarreros.

(120) Admitida la clasificacion que establescimos al principio de este libro de los materiales de construccion en *piedras*, *madera* y *metales*, y admitida tambien la subdivision que despues hicimos de las piedras en naturales y artificiales, no podríamos, sin dejar incompleto nuestro trabajo, prescindir de exponer algo sobre el empleo de las piedras naturales para pavimentos ó solados de habitaciones, y sobre el uso de las pizarras.

(121) *Empedradores.*—Los solados y pavimentos suelen ser hechos de

Piedras.
Maderas.
Cuñas.
Losas y baldosas.

Asfalto.

Afirmados de mortero y hormigon.

La mayor parte de los cuales están fuera de esta parte de nuestro trabajo, que corresponde solamente á los pavimentos con piedras naturales.

En este concepto solamente nos corresponde hablar de los empedradores, losadores y pizarreros, que son realmente especies de canteros, y cuyos trabajos tienen su verdadera colocacion en este sitio.

Los empedradores trabajan de ordinario en piedras sumamente duras. La labor se hace á martillo. Puede darse á las piedras para el empedrado várias formas, pero las más generalizadas son las que llamamos *cuñas*, y las que reciben el nombre de *adoquines*.

La cuña tiene la forma de una pirámide truncada y cuadrangular, de bases paralelas y cuadradas, y cuya altura es un poco más larga que el lado de la base mayor.

El adoquin tiene la forma de un prisma recto rectangular algo aplastado, ó sea de poco grueso.

Los adoquines son afirmados en el sentido de su longitud.

Las cuñas son puestas por su base menor.

Tanto unos como otros admiten distintas di-

mensiones, desde 10 centímetros hasta 20 centímetros de lado *en la cabeza* (la parte de piedra que queda al descubierto), y desde 15 centímetros hasta 25 de *cola*. Claro es que cuanto mayores sean las dimensiones, el solado podrá tener más regularidad, y desde luégo mayor firmeza y duracion.

Por eso suelen reservar los directores las cuñas ó adoquines de mayor tamaño para las calles más frecuentadas ó de mayor tránsito, y las de menores dimensiones para el solado de patios, cocheras, establos, almacenes, grandes talleres, etc.

Tanto en las calles de ciudades populosas, como á los lados de los grandes puentes, suelen destinar un solado especial para los transeuntes que van á pié, es el que nosotros acostumbramos á llamar *acera*.

Estos ordinariamente están compuestos por losas de grandes dimensiones más ó ménos regulares, segun la importancia de la obra; pero en todo caso, muy diferentes del adoquinado ó empedrado de las calles.

En la formacion de esas grandes losas que han tenido entre nosotros muchas aplicaciones para el solado de grandes patios, de galerías en edificios públicos, en cláustros de conventos y en pavimentos de templos monumentales, es

comun emplear algunas veces el granito y otras pedernales de diferentes clases.

La labra de estas losas, así como la de ado. quines y cuñas, ninguna variacion ofrece, aunque sea—á causa de la dureza de los materiales—de mayor dificultad y de trabajo más penoso.

El trabajo del solado es por lo demás (despues de labradas las piedras ó losas) sencillo, si bien hay necesidad de disponer convenientemente el terreno.

Esta preparacion del terreno puede hacerse de dos maneras.

1.ª Sobre arena.

2.ª Sobre argamasa ó mortero.

Para hacerlo sobre arena, se coloca sobre el terreno un mullido de arena de unos 16 centímetros de espesor, y en ese mullido se colocan las losas, ó los adoquines, ó las cuñas, teniendo cuidado de que estén separadas unas de otras por una capa de arena de dos centímetros de espesor próximamente; de colocarlos en hileras todo lo más regulares que sea posible, y de procurar que las junturas de cada hilera correspondan á la superficie de las piedras en las hileras anterior y posterior.

Las hileras de las piedras pueden estar dispuestas de muchos modos.

En las calles se las coloca de ordinario en sentido de una línea perpendicular á la direccion general de la calle.

En las galerías y cláustros se les da la direccion de la anchura, que es, naturalmente, la menor de las dimensiones.

En los patios, en los establos, caballerizas, etcétera, que es costumbre colocarse en planos inclinados á fin de facilitar el desagüe, las hileras de piedra, están casi siempre colocadas segun alineaciones perpendiculares á la línea de *máxima pendiente* del mismo plano.

La arena empleada para formar el lecho del empedrado ha de ser arena silícea y pura. Cualquier mezcla de arcilla puede ser perjudicial á la duracion de la obra. El pavimento no puede ser sólido y durable si no descansa sobre un terreno bien seco; por eso es necesario que las calles, lo mismo que los patios y demás pavimentos que hayan de estar al aire libre, tengan una disposicion especial, sea la que fuere, que facilite la corriente del agua llovediza. Nuestras antiguas calles solian hallarse divididas en dos mitades, formando planos inclinados, que partiendo de las aceras, descendian hasta encontrarse en el eje de las calles, formando una especie de cauce ó canal que denominaban el arroyo. Hoy se da al solado de las calles una pe-

queña inclinacion en sentido inverso, de suerte que el terreno descienda suavemente desde el centro de la calle hasta las aceras, formando dos arroyos pequeños.

Para asentar el empedrado ó enlosado sobre argamasa, el procedimiento es idéntico. La única diferencia consiste en que el mullido de arena se sustituye con una capa de argamasa ó mortero de igual espesor.

La clase de argamasa habrá de ser escogida segun las circunstancias del pavimento y de su objeto. Claro es que si se trata de una calle ó de un patio, no ha de emplearse mortero de iguales condiciones que cuando se trata de una galería ó de un taller cubiertos.

En uno y en otro caso es preciso que el obrero cuide de que la cuña, el adoquin ó la losa estén perfectamente revestidos por el mortero; pues si solamente recubren las caras laterales á fin de que cada piedra quede adherida á sus inmediatas, la firmeza del suelo queda solamente garantizada por las adhesiones de unos materiales con otros; pero no por la cohesion adquirida en el asiento mismo: y esto es lo principal, porque rodea á toda la obra y produce endurecimientos grandes y de duracion.

Colocadas las piedras por el primer procedimiento, ó sea sobre lechos de arena, viene el

trabajo de apisonarlo. Esta operacion que todos conocemos por haberla visto empleada muchas veces, se hace por medio de unos instrumentos que denominan pisones, y por medio de los cuales las piedras se hunden en el mullido de arena lo que se considera necesario.

La más vulgar prudencia aconseja emplear en los empedrados piedras de la misma dureza y de iguales condiciones. Si esto no fuese posible, lo cual sería lamentable, es necesario tener cuidado cuando ménos de no mezclar materiales distintos. Empedrar á trechos con materiales de una clase y á trechos con materiales de otra. Pues claro es que si se mezclan las piedras duras con las blandas; las que no son alterables por las influencias atmosféricas con las que lo son mucho; las de peores condiciones se estropearán pronto y el solado quedará por completo inútil. Unas partes deben ser de piedra de mejor calidad, que han de ser colocadas en los sitios en que el paso haya de sufrir más, y reservarse para otra parte las de condiciones ménos aceptables.

De todas suertes, el solado ya concluido debe ser recubierto por una capa de arena silícea de unos 4 centímetros de espesor.

Las herramientas empleadas por el empedrador, á más de las que debe utilizar como cante-

ro, son: el *pison* ó *apisonador*, el *pico* y la *azada*.

El *apisonador* es un instrumento demasiado conocido para que necesitemos describirle.

El pico es una herramienta de hierro acerado en la punta y provisto de un mango.

La azada, tambien sumamente conocida, sirve para remover el terreno en que se ha de colocar cada piedra.

(122) *Pizarrero.*—Como las pizarras son materiales de construccion y materiales incluidos en el grupo de piedras naturales, hábria quedado incompleta esta parte de nuestro trabajo si no dijésemos algo del *cantero* pizarrero.

Las pizarras suelen ser aplicadas, aunque no mucho en nuestro país, para cubiertas de edificios.

Es sabido que se denomina cubierta á la parte superior que preserva las interiores de las aguas y de la intemperie.

Es sabido tambien, que esas cubiertas se componen de dos partes perfectamente distintas: *la armadura* y *el tejado*, que es la verdadera cubierta.

De la manera de formar la armadura, que es generalmente una obra de carpintería, de las condiciones á que debe atenderse en esta construccion, de las diferentes clases de armadura, no nos corresponde hablar.

Concluida la armadura, el pizarrero comienza su tarea: de la extraccion de la pizarra, de su desbaste, de su labra, de la conduccion ó arrastre, de la elevacion al sitio en que debe ser colocada, no tenemos para qué decir nada; sería repetir lo que hemos dicho ya para toda clase de piedras de construccion.

Para la cubierta de pizarra conviene que se labre préviamente una especie de entramado de madera que viene á constituir parte de la armadura.

Sobre este entramado ha de ser colocada la pizarra.

Colocada la primera fila, es necesario colocar las sucesivas en hileras perfectamente alineadas, tiradas á cordel, y colocadas de tal suerte, que cada una cubra las dos terceras partes de la anterior. Cada pizarra ha de ser clavada á la armadura de madera por dos clavos, cuando ménos.

Los instrumentos más necesarios al pizarrero, á más de los que ya indicamos al hablar de los trabajos de cantero y de taller, son:

Escalas de diversas magnitudes. Estas escalas han de estar provistas en su extremidad de almohadillas de paja ú otro relleno que les dé bastante blandura para no estropear los materiales de la cubierta.

Cuerda de nudos, para subir á sitios en que sería difícil, y á veces imposible, colocar las escalas.

Una especie de *caballete* tosco, provisto de almohadillas rellenas de paja, á fin de improvisar, en caso necesario, andamios sobre las cubiertas.

Un *yunque,* pieza triangular, de hierro, provista de un mango y de una punta muy afilada que sirve para fijarla con seguridad en el entramado de la armadura. El lado del triángulo opuesto al vértice en que está la aguja, es acerado y tiene corte, y sobre él ha de ser colocada la pizarra para cortarla.

Una *azuela* ó martillo ancho y cortante. Se utiliza para tres operaciones distintas. Para romper lo sobrante de la pizarra sobre el yunque; para trazar y hacer los agujeros que han de servir á los clavos, y para golpearla despues á fin de que se introduzca lo suficiente. Para cubrir los agujeros, tiene una punta aguda y fuerte en su extremo, y para golpearla tiene una cabeza ancha y pesada.

Unos *alicates.*

(123) El cantero pizarrero es una verdadera especialidad: notable gimnasta, sin la recompensa del público aplauso, héroe sin gloria, realiza diariamente actos de arrojo que le familiarizan con el peligro.

Y es que, por desgracia, el hombre—en lucha perpétua y constante con la naturaleza—sólo á costa de esfuerzos y sacrificios puede arrancarla su secreto y hacer útil aplicacion de sus leyes.

El peligro del obrero en piedras naturales comienza en la cantera y acaba en el emplazamiento del material. Es grande al arrancar la piedra de su lecho natural en la tierra, y es mayor acaso al colocarla despues de labrada en el sitio que la inteligencia del hombre la ha designado.

(E)

Fabricacion y explotacion de las piedras artificiales.

Artículo. 1.°

Preliminares.

(124) En el lenguaje ordinario no se da á la palabra *cantería* mayor extension que la de *labra* de piedras naturales.

El cantero es para el vulgo el obrero que labra las piedras naturales.

Y áun en esta clase de obreros no suele denominar *canteros*, ni á los que arrancan el material, ni á los que lo colocan en los puntos

distintos de la obra: como tampoco llama cantero al que trabaja en pizarras, ni á los empedradores y enlosadores.

Claro es, por consiguiente, que nosotros podríamos considerar ultimado con exceso nuestro trabajo habiendo estudiado, siquiera haya sido con la brevedad necesaria en obras de esta índole, las tareas todas de cuantos operan sobre piedras naturales.

Esto, no obstante, como hayamos dividido los materiales de construccion en tres grandes grupos, *Metales*, *Maderas* y *Piedras*, y como hayamos subdividido este último en otros dos, piedras naturales y piedras artificiales, juzgaríamos que no habíamos realizado muestro fin si no decíamos algo acerca de la explotacion, *labra* y colocacion de las piedras artificiales.

Bien entendido que, tratándose de piedras artificiales, *la labra* es realmente, y así se la denomina, verdadera *fabricacion*.

Para nosotros, pues, se halla comprendido bajo la denominacion de cantero todo obrero que trabaja en piedras, naturales ó artificiales, ya arrancándolas de sus yacimientos respectivos, ya fabricándolas, ya labrándolas, ya dándolas en las obras la colocacion conveniente.

Así entendido el arte de cantería, comprende todas las labores realizadas con materiales

de construccion, que no son, ni metales, ni maderas, y abraza multitud de artes que no son incluidas, por regla general, en el arte de la cantería propiamente dicho.

Ni el tejero, ni el vidriero, pueden realmente aparecer confundidos en el grupo de los canteros; por eso, aunque hayamos de consagrarlos, para ser lógicos, algunas páginas de nuestro libro, habremos de hacerlo con mucho ménos detenimiento. Procediendo así con tanta mayor razon, cuanto son más estimables varios Manuales publicados en esta misma BIBLIOTECA, y destinados á alguna de esas especialidades.

En el capítulo tercero dijimos que las piedras artificiales podrian ser de muchas clases; pero las más conocidas y más frecuentemente empleadas eran cuatro: *ladrillos, tejas, baldosas* y *caños,* en ese mismo órden vamos á estudiar su fabricacion y su explotacion.

ARTÍCULO 2.º

Ladrillos, su fabricacion y explotacion.

(125) Dijimos en otro lugar (cap. III) lo que se entendia por ladrillo y las distintas clases de esa piedra artificial que existen.

En el mismo lugar expusimos que la fabri-

cacion de los ladrillos comprende cinco partes: *eleccion de la tierra*, *preparacion de la tierra*, *moldeado*, *desecacion* y *decoccion ó cochura*.

(126) OPERACION PRIMERA.—*Eleccion de la tierra*.—Es acaso la más importante de todas, pues de ella depende el buen resultado de todas las demás, y la duracion de la obra. Es tan interesante como en cualquiera industria la eleccion acertada de la *primera materia*, sin cuya bondad de nada sirve la más exquisita y más esmerada mano de obra.

La tierra á propósito para la fabricacion de ladrillos no ha de ser ni demasiado arcillosa ni excesivamente arenosa.

Si tiene mucha arcilla resulta en la elaboracion una parte que se deforma y se agrieta al secarse, y sobre todo al ser sometida á la decoccion.

Si tiene demasiada arena, resultan los ladrillos con exceso porosos, absorbentes y de poca consistencia.

Es necesario escoger un término medio, y caso de que no exista, producirlo artificialmente por medio de mezclas.

No basta lograr ese término medio, es preciso además que la tierra no contenga ni cantos, que alterarian la homogeneidad de la pasta,

ni cuerpos extraños, susceptibles de ser modificados á la temperatura de la *coccion*, como por ejemplo, piritas de hierro ó de cobre, y sobre todo caliza.

Decimos sobre todo, porque, en efecto, la presencia de sustancias calizas en la tierra escogida es lo más perjudicial: á las altas temperaturas de los hornos de decoccion se convierte esa caliza en granos de cal excesivamente higrométrica, que absorben la humedad de la atmósfera, aumentan de volúmen y producen la rotura del ladrillo.

Lo más conveniente para apreciar, con probabilidad de acierto, las condiciones de la tierra de ladrillos, es disponer y llevar á cabo un ensayo en pequeña escala. Para esto es lo más ordinariamente usado fabricar algunos *ladrillitos* moldeándolos, secándolos, cociéndolos, y efectuando, en una palabra, todas las operaciones de la fabricacion. Despues el exámen cuidadoso y atento á que esos trabajos de muestra sean sometidos, dará una idea muy aproximada de lo que ha de ser la calidad del producto cuando se los fabrique en gran escala.

Hay que mirar, entre otras cosas: si la tierra ha conservado perfectamente, sin deformaciones, el moldeado; si el *ladrillito* de muestra es compacto; si tiene la dureza necesaria; si es resis-

tente y tenaz; si es ó no *heladizo*. En una palabra, si ofrece todas las condiciones que debemos exigir en las piedras, sean naturales, sean artificiales, de que hemos de valernos en las construcciones.

Este ensayo prévio tiene otra ventaja, la de poder, con verdadera aproximacion, apreciar lo que la tierra se reduce de volúmen al ser secada y cocida, y fijar, en su consecuencia, las dimensiones del molde.

Al hablar de las piedras naturales, indicamos el procedimiento que debia ser empleado para distinguir las que son *heladizas* de las que no lo son: ese mismo procedimiento sevirá para averiguar si existe ó no ese defecto, que es grave en los ladrillos pequeños fabricados para ensayo.

(126) OPERACION SEGUNDA. — *Preparacion de la tierra.*—Reconocida y elegida ya la tierra, hay que proceder á disponerla.

La preparacion se reduce: á dividir ó desmenuzar la tierra escogida todo lo posible; á purgarla de las materias que pudieran perjudicar á la obra; á formar en seguida con la tierra así dispuesta, una pasta lo ménos costosa que sea dable.

Lo que generalmente se hace, á fin de llegar á este resultado con poco gasto, es extraer la tierra durante el invierno, por ejemplo, al termi-

nar el otoño, y dejarla expuesta á la intemperie hasta bien entrada la primavera. Obtiénese de esta manera sencillísima, que sometida á todas las alteraciones meteorológicas, la tierra se dividirá y hasta se desmenuzará por sí misma; que algunas parte ó cuerpo extraños se desprenderán; que las materias mezcladas ó interpuestas que sean susceptibles de sufrir alteraciones, las sufrirán y áun serán arrastradas por las lluvias: en resúmen, se hace casi sin gasto alguno un trabajo prévio que habia de ser difícil y costoso realizándolo por otro procedimiento ménos sencillo.

Llegada la primavera, y bien entrada ya esa estacion, es preciso amasar la tierra con agua, convirtiéndola en una pasta, de consistencia igual, poco más ó ménos, á la que tiene la masa de harina para hacer el pan.

Esta masa se obtiene, ya pisando la tierra y pateándola hombres ó caballerías, ya batiéndola por medio de palas, batideras ú otro instrumento del mismo género; y sobre todo, y más comunmente, por medio de máquinas.

Esta operacion es de tal importancia, que en la opinion de algunos autores muy competentes en la materia, la resistencia de un ladrillo fabricado con tierra amasada y batida con todo cuidado, es casi doble de la que presenta otro

ladrillo fabricado por los procedimientos ordinarios.

La superioridad de los ladrillos ingleses es indudablemente debida al esmero con que llevan á cabo esta operacion, para la que, en vez de pisar ó batir la masa, se valen, como hemos dicho, de máquinas muy perfeccionadas.

(127) OPERACION TERCERA.—*Moldeado.*—La forma que más generalmente se da á los ladrillos es la de un paralelepípedo recto rectangular de poca altura y de poco ancho.

Ya hemos dicho que esta es la forma ordinaria: aunque en algunos casos varía, segun las necesidades de la construccion á que se la destina. Si, por ejemplo, han de ser colocados en una bóveda, ó bien formar parte de construcciones circulares, de radio pequeño, como pozos, columnas, etc., claro es que se le dará la forma más adecuada á ese objeto.

Sea como fuere, una vez amasada la tierra y formada la pasta, es trasportada en grandes ó pequeñas porciones al taller de moldeado.

De la disposicion de estos talleres, que han de estar al albergue de las lluvias, aunque sólo sea por medio de groseros y sencillos cobertizos, puede formarse idea con la simple inspeccion de la figura 6.ª

Esa figura representa una de las várias me-

sas que puede haber en un taller de moldeado, segun la importancia que en él tenga la fabricacion.

La mesa ha de ser fuerte y de resistencia.

En ella hay, por lo general, un cubo de agua, un cajon con arena muy fina ó arenilla.

Cerca de la mesa está el molde, que viene á ser una especie de bastidor de madera, bastante dura, cuyas dimensiones sean algo mayores de las que ha de tener un ladrillo, porque es necesario tener en cuenta lo que la pasta se reduce de volúmen: alguna vez en el bastidor se colocan moldes para dos ladrillos.

El molde puede ser asido por las prolongaciones hechas con este objeto, de los lados mayores.

(128) El obrero moldeador, despues de haber colocado la masa ó pasta sobre la mesa, hará las operaciones siguientes: salpicar con arcilla la parte de tierra que se propone emplear; mojar el molde en el cubo de que ántes hicimos mencion, y espolvorearle tambien con la arcilla; colocarle delante de sí y encima de la mesa; arrojar dentro de él pelladas de la masa hasta que esté lleno ó más que lleno; comprimirle fuertemente con la mano para igualarle; y por último, pasar por encima el *rasero* (fig. 7.ª) á fin de quitar la masa sobrante.

(El *rasero* suele ser tambien una regla de madera dura y mejor aún de hierro).

Entónces entrega el molde á un aprendiz, que le llevará al sitio denominado *secadero*, y que allí le deposita.

Esta operacion se repite todas las veces que sea necesario.

Tambien para el moldeado de los ladrillos se hace uso con gran ventaja de las máquinas.

(129) OPERACION CUARTA.—*Desecacion.* —No léjos del taller de moldeado y constituyendo una parte de la jurisdiccion del tejar, escogen los fabricantes algunas explanadas próximamente horizontales, donde el aprendiz va depositando los ladrillos moldeados que le entregó el moldeador en el taller: á estas explanadas suele dársela el nombre de *secaderos*.

Los ladrillos quedan allí algunos dias (dos ó tres), segun el tiempo y las condiciones atmosféricas; coincidiendo con el suelo una de sus bases, que, como hemos dicho, son cuadradas algunas veces y otras rectangulares.

Dos ó tres dias despues, y luégo que los ladrillos han adquirido alguna dureza, se los coloca de canto.

Cuando los ejemplares presentan la bastante solidez, se los da otra colocacion; formando pilas de metro y medio ó de un metro de altura,

á las que llaman algunos *rejales*, y que están formadas por dos ladrillos colocados de canto sobre el suelo; otros dos sobre los anteriores, colocados de canto tambien, pero cruzados; despues otros dos colocados sobre el segundo par, y cruzados con respecto á los otros, y así sucesivamente hasta la altura ántes indicada. Es necesario que el secadero, como el taller del moldeado, esté resguardado de las lluvias y de la influencia directa del sol, que podria secar la obra con demasiada rapidez.

(130) OPERACION QUINTA.—*Coccion.*—Las precauciones que en la práctica exige esta operacion constituyen la teoría semi-científica del arte del tejero. No podemos, ni debemos entrar en esos pormenores. El nombre de la operacion indica su objeto. Los ladrillos cocidos pueden haberlo sido empleando como combustible la leña, la hulla ó carbon de la peor clase.

Generalmente se verifica la coccion en hornos construidos *ad hoc*, pero en los países en que la hulla es muy abundante emplean de ordinario el procedimiento denominado de *cochura en monton* ó *de coccion de pilas*.

(121) El buen ladrillo, si en todas y en cada una de estas operaciones se ha tenido el cuidado necesario, debe ser: bien moldeado y bastante duro y consistente; golpeado por otro ha de pro-

ducir sonido metálico; debe presentar fractura compacta y homogénea, no contener ninguna sustancia alterable al aire, y debe no ser heladizo; el que reuna todas esas condiciones será el mejor producto de esta índole de fabricacion.

(122) *Aplicaciones.*—A muchos usos suelen ser destinados los ladrillos, pero muy especialmente á la construccion de paredes y tabiques, ó al solado de habitaciones.

Del primer empleo se trata en el *Manual del Albañil.*

Tambien son los albañiles los que se dedican á la colocacion de los ladrillos en el pavimento de las habitaciones.

Lo comun es que los ladrillos estén colocados en el sentido de las bases; pero en algunos casos se les coloca tambien de canto. Para los pavimentos ha de elegirse los ladrillos más sólidos y mejor cocidos.

Artículo 3.°

Tejas.

(123) Son las tejas de muchas y muy diferentes formas. Las más comunes en España tienen forma semi-abarquillada, y aparecen más anchas por un lado que por otro.

En algunos países acostumbran á fabricarlas

planas, en forma de pizarra, bastante gruesas y hasta en forma de *S* en algunos casos.

Las cinco operaciones que con algun detenimiento hemos examinado al tratar de los ladrillos, son las mismas que se llevan á cabo para lá fabricacion de las tejas. Las diferencias consisten solamente, ya en la distinta forma del molde, ya en la necesidad de que la masa ó tierra sea más delicada aún que la empleada en los ladrillos.

Las condiciones de una buena teja son: en primer lugar, que no sea heladiza, y despues que sea bien moldeada, y con resistencia bastante para que, colocada sobre el suelo de forma que presente la parte convexa, pueda resistir sin quebrarse el peso de un hombre subido sobre ella; al ser golpeada con un cuerpo duro debe producir un sonido metálico: en otro caso puede en justicia ser rechazada. Es necesario además, que sea impermeable, y sobre todo inalterable por los agentes atmosféricos.

(124) *Aplicacion.*—En nuestro país el empleo principal de las tejas es para cubiertas de los edificios.

En otro capítulo de este libro hemos expuesto la manera de cubrir los edificios empleando las pizarras: algo parecido puede decirse al dar ligera idea de los tejados.

Las tejas curvas, que son las más comunmente usadas y casi las únicas conocidas en España, suelen ser colocadas sobre las armaduras de las cubiertas por procedimientos muy parecidos á los empleados con las pizarras, aunque más sencillos.

Se empieza por colocar hileras paralelas de tejas, cubriendo cada una gran parte de la precedente, y haciendo de manera que la concavidad quede hácia abajo. Estas primeras hileras de tejas van colocadas, y muchas veces adheridas por morteros, á la armadura, á distancia de 4 centímetros y *alzadas* por medio de piedrecillas ó pedazos de tejas rotas y viejas, á fin de evitar que resbalen, y áun para eso se coloca una capa de un mortero cualquiera. Despues, entre esas hileras de tejas colocadas con la concavidad hácia abajo, se colocan otras hileras dispuestas con la concavidad hácia arriba; formando así desagües ó canalones paralelos á la pendiente de la cubierta.

Algunas veces los tejeros barnizan las tejas, á fin de hacerlas más impermeables.

ARTÍCULO 4.º

Baldosas.

(125) Suelen recibir el nombre de baldosas los ladrillos ménos gruesos que los ordinarios;

en estos, la forma de la base es cuadrada casi siempre, aun que en algunos casos suele ser exagonal ú octagonal.

Más fina la pasta, el moldeado concluido con más esmero y la coccion más completa; tales son las diferencias principales entre los ladrillos comunes y las baldosas.

Las baldosas de dimensiones más pequeñas son conocidas con el nombre de baldosines.

Cuando la cara que ha de quedar al exterior es vidriada, los llaman azulejos.

Estos rara vez se emplean en los pisos.

Artículo 5.º

Caños.

(126) Para la conduccion de aguas suele emplearse en los edificios caños de tierra cocida, en cuya fabricacion han de ser empleados los mismos procedimientos que los ya expuestos en este capítulo.

La forma que ordinariamente se da á los moldes es la de un cilindro ó un cono truncado: en uno y en otro caso se dispone de modo que puedan enchufar uno dentro de otro, á fin de dar al tubo la longitud que sea necesaria.

Generalmente esos caños son construidos á

torno, como las vasijas más toscas de cocina.

Muchas veces estos caños llevan un barniz *sui-generis,* para obtener el cual, basta echar una cantidad de sal marina en el horno cuando se aproxima el fin de la coccion.

La colocacion de este tubo ó caño de tierra cocida corresponde, como los de los procedimientos anteriores, al ramo de la albañilería.

(*F*)

Vidrios. Estucos.

(127) Antes de concluir esta primera parte de nuestro trabajo, vamos á decir algunas palabras acerca de dos materiales artificiales de construccion que no pudiendo ser comprendidos ni entre los metales, ni entre las maderas, pertenecen indudablemente al grupo de las piedras; por extraño que esto parezca.

Nos referimos al *cristal* y al *estuco.*

Artículo 1.º

Cristal de vidrieras.

(128) Es el vidrio un compuesto de *ácido silícico (sílice)* y una base que varía, siendo unas veces potasa, otras sosa y otras cal.

Esta sal es fundida por la accion del fuego

violento y reducida á hojas de poco espesor y trasparentes.

Llaman comunmente *cristal de nudos* al obtenido dilatando y aplastando inmediatamente en forma de tablas de espesor uniforme, una especie de burbuja grande hecha por medio del soplo.

Este procedimiento da cristales muy parecidos por su brillo y por su pulimento á los espejos, pero ofrece algunos inconvenientes.

Es el primero el de no permitir la separacion de ejemplares de grandes dimensiones á causa de un nudo que aparece en el centro del ejemplar, y que es de un efecto muy desagradable.

Es el segundo que estos cristales, siendo ménos planos que los otros, producen mal efecto á la vista.

El cristal más buscado se obtiene hoy desarrollando sobre una mesa perfectamente plana y compacta, y en un horno sostenido á muy elevada temperatura, un cilindro hendido en la direccion de una de sus generatrices y formado por medio del soplo.

La extension de los cristales así fabricados no tiene otros límites que la fuerza de espiracion del encargado de producir el soplo.

En el comercio se halla cristales de vidrieras, incoloros, mates, que solamente son tras-

lúcidos, pero sin alcanzar la trasparencia; y de colores varios, rojos, amarillos, azules, etc.

El espesor del cristal es por lo comun de 2 á 3 milímetros.

Algunas veces, sin embargo, se los fabrica más gruesos, como sucede cuando han de ser empleados para cubrir aberturas ó claraboyas abiertas á fin de alumbrar cuevas, sótanos, ó cuando ha de transitarse sobre ellos.

La extension superficial varía mucho.

En todo caso, debe exigirse en los cristales trasparencia, homogeneidad y solidez.

(129) *Empleo y colocacion.*—Los cristales de vidrieras son colocados unas veces sobre plomo, otras sobre bastidores ó armaduras de madera ó de un metal distinto del plomo.

Para colocarlos del modo primero, se construye una armadura con planchas muy delgadas de plomo, á las cuales se dobla por la mitad á fin de que el cristal quede sostenido entre una y otra parte. Estas planchitas, que afectan la forma de cintas de iguales dimensiones, están colocadas de suerte que resulten construidas por ellas cuadrados, ó rombos, ó exágonos: aunque lo más ordinario es formar cuadrados. Claro es que para que permanezcan unidos es necesario que estén soldadas unas á otras las cintas de plomo. La colocacion de los cristales

por este procedimiento no puede ser más sencilla: redúcese á levantar con un cuchillo *ad hoc*, una de las mitades de la lámina de plomo, ajustar el cristal á la otra, y bajar en seguida con el mismo cuchillo la hoja que se levantó.

Hay que advertir, sin embargo, que este procedimiento es ya de muy poco uso. Ahora el más comunmente empleado es el de armaduras ó bastidores de madera. Los palos del bastidor llevan hendiduras pequeñas, donde se coloca el cristal, al que, á fin de tenerle con fijeza, suele adherirse al bastidor con una especie de *betun* que denominan goma ó betun de vidriero, que tiene las propiedades de secarse pronto y de ofrecer la suficiente consistencia.

Cuando se trata de alumbrar vestíbulos, escaleras, ó bien habitaciones que, por circunstancias cualesquiera han menester luz zenital, usan los directores de obras cubiertas de cristales que colocan unos sobre otros como las pizarras. El cristal empleado en estos usos, así como el que emplean en algunos para alumbrar cuevas ó talleres subterráneos es, como ya hemos indicado, mucho más espeso.

(130) *Herramientas del vidriero.*—Ante todo, y sobre todo, el vidriero necesita el *diamante* engarzado generalmente en un pedazo de plomo que termina un asidero ó mango pequeño

Este instrumento sirve, como es sabido, para cortar el cristal.

El brugidor, hoja de acero con estrías de diferentes anchuras y que emplean para romper el cristal.

Martillo, cuya descripcion y cuyo empleo juzgamos innecesario exponer.

Regla, generalmente es empleada para guiar la cortadura hecha con el diamante.

Cuchillo de embetunar: cuchillo corto de hoja gruesa.

Pinzas, *soldadores* y *rascadores*, *compases* y *escuadras*, y por último, un laminador pequeño para extender las láminas de plomo.

ARTÍCULO 2.°

Estucos.

(131) Son conocidos con el nombre de estucos ciertos materiales artificiales con que alguna vez recubren los propietarios las paredes de los edificios, ora para preservarlos de las acciones atmosféricas, ora por vía de ornamentacion.

Los más usados son dos: *estuco de cal* y *estuco de yeso*.

De ordinario, el primero lo emplean para el exterior, y para las habitaciones interiores el segundo.

En las modernas construcciones, el estuco h venido á sustituir, en muchos casos con ve taja en el coste, á los azulejos.

Generalmente el estuco imita á los mármo les, por lo cual lo denominan algunos *mármo artificial.*

Por esta razon, y habiendo de tratar nosotros en la segunda parte de este libro de las labores del marmolista, indicaremos allí, y donde nos parece que tiene más oportuna colocacion, lo que al estuquista corresponde.

SEGUNDA PARTE

MANUAL DEL MARMOLISTA

CAPÍTULO I.

Idea general de los mármoles.

(1) En la primera parte de este libro hemos indicado lo que son *mármoles*. Los mármoles no son otra cosa que piedras calizas de condiciones y propiedades determinadas.

En el comercio, sin embargo, no suelen dar á esa palabra la acepcion rigurosamente científica que la dan los naturalistas, ántes la extienden á ótras muchas piedras que son de muy distinta naturaleza.

Por regla general, el vulgo denomina *mármoles* á las piedras de construccion que, siendo susceptibles de buen pulimento y reuniendo además condiciones de consistencia suficientes, sirven para decorado y ornamentacion de los edificios, así como para la construccion de objetos de adorno y de lujo.

Así entendida la palabra, claro es que los *mármoles* pueden ser estudiados en dos agrupaciones distintas.

La primera, que comprende los *mármoles calizos*.

La segunda, en que incluimos los *mármoles silíceos.*

A la primera agrupacion corresponden:

Los mármoles de Paros ó de Carrara, denominados tambien mármoles sacaroideos ó mármoles alabastrinos.

Los mármoles propiamente dichos.

Las lumaquelas.

Y *los alabastros.*

A la segunda agrupacion, ó sea á la de los mármoles silíceos, corresponden:

Los jaspes.

Y *las serpentinas.*

La composicion química, las propiedades físicas, el yacimiento y las aplicaciones de todos y de cada uno de ellos, están ya explicadas en otro lugar de este mismo libro; á esa explicacion, pues, remitimos al lector, á fin de no incurrir en repeticiones innecesarias.

(2) De los mármoles propiamente tales suelen abundar cuatro especies distintas: *Mármoles sencillos,* que tienen un sólo color; blanco, negro, rojo, etc.; *mármoles veteados,* cuyo solo nombre indica su aspecto; *mármoles brecha,* que ofrecen á la vista fragmentos angulosos de distintos colores; y *mármoles compuestos,* que contienen materias extrañas.

El mármol no es, por consiguiente, sino un

material de construccion que por sus circunstancias especiales de estructura, admite un trabajo más acabado y de mayor duracion.

No se crea, por esto, que todos los mármoles son aprovechables para trabajos de esa índole; el marmolista práctico y conservador de sus intereses debe rechazar como inservible: el mármol demasiado duro y muy tenaz, porque presenta excesiva resistencia para ser labrado y destruye las herramientas; el demasiado blando, cuyas aristas se desportillan al menor choque; el excesivamente terroso, que ofrece demasiados poros é instersticios que es necesario rellenar artificialmente; el mármol de estructura filamentosa, y algunos otros.

CAPÍTULO II.

Trabajo del marmolista.

(3) Si consideramos al marmolista como al cantero que consagra su actividad y su inteligencia á la especialidad de los mármoles, comprenderemos que su trabajo ha de ser análogo, ó mejor aún, igual exactamente al del cantero.

Habremos de estudiarle, pues, en la cantera extrayendo el material; en el taller de desbaste y corte; en el taller de labra; en la obra misma,

para el emplazamiento y colocacion de su trabajo.

(4) Pero como la extraccion del material en nada se distingue cuando éste es mármol de cuando es otra piedra cualquiera, sino en la conveniencia—que no es exclusivamente aplicable á los mármoles, y que ya hemos indicado—de emplear el procedimiento de las rozas ó cuñas en vez de los barrenos para el arranque del mineral, y como la colocacion en el sitio correspondiente de la obra tampoco ofrece grandes diferencias con respecto á los procedimientos ya explicados, consideraremos que los trabajos peculiares del marmolista se reducen á dos, á saber:

Desbastar.

Y labrar.

El primer trabajo se lleva á cabo como el del cantero, que ya hemos explicado; en un taller toscamente construido cerca de la cantera, y si es posible, en la cantera misma.

El segundo es ejecutado casi siempre en los talleres del marmolista, que son talleres de labra, ó bien en las grandes fábricas al por mayor, en que el trabajo del hombre es sustituido por inmensas máquinas tan ingniosamenete discurridas como dispuestas con habilidad, y que dan resultados muy ventajosos.

1.º

Desbastar.

(5) Denomínase vulgarmente *mármol bruto* ó *en bruto* al que se encuentra tal cual ha sido arrancado de la cantera, es decir, cuando todavía no ha sido trabajado, ni ha recibido modificacion alguna.

Entónces es cuando el marmolista, como el cantero, emprende su primer trabajo *de desbaste,* que consiste unas veces en cortarle con la sierra, otras en modelarle groseramente con el martillo, segun las líneas de la figura que haya de tener el ejemplar de que se trata en la obra á que estén destinados.

El mármol así trabajado es el que llaman en el arte del marmolista material *desbastado*. Aun en el mismo taller de desbaste cabe el realizar otra operacion si el oficial encargado tiene inteligencia y práctica suficientes, que consiste en poner en la piedra una especie de bosquejo más ó ménos remoto de las esculturas ó adornos que ha de contener.

El mármol dispuesto de esta manera es lo que llaman bosquejado ya, y puede ser trasportado al taller de labra.

Los procedimientos de arrastre son, como

fácilmente se comprende, los que ya hemos explicado en las nociones de cantería.

2.º

Labra.

(6) A la labra de los mármoles contribuyen por igual cuatro operaciones distintas:

1.ª *Grabado.*
2.ª *Cincelado.*
3.ª *Adorno.*
4.ª *Pulimento.*

Los marmolistas maestros se dedican indistintamente á cualquiera de estos trabajos; pero á veces, y para lograr mayor perfeccion y más práctica, suelen consagrarse con más especialidad á una de ellas, y entónces, segun la clase de trabajo á que se dedican, reciben las respectivas denominaciones de *grabadores*, *cinceladores*, *adornistas* y *pulidores*.

Desde luégo, el primer cuidado del buen marmolista es procurarse los mármoles que más convengan al trabajo que trata de emprender. Ya sea que tenga por costumbre adquirirlos en *bloques* arrancados de la cantera, ya que los compre en hojas de mayor ó menor espesor.

Debe examinar atenta y cuidadosamente el

material aceptado: buscar el medio de que en la obra resalten las bellezas de la piedra y queden oscurecidos los defectos.

Así, por ejemplo, si se trata del montado de un reloj, del adorno de una chimenea, es conveniente que la belleza del ejemplar de mármol se vea reproducida, á ser posible, á los dos lados y áun en el centro.

Casi nunca sucede así. Los marmolistas, por lo general, ya porque los propietarios pagan poco el trabajo, ya por realizar mayores ganancias, acostumbran á cortar los mármoles de suerte que resulte la mayor economía posible, y así resulta la colocacion de los accidentes y vetas, de un modo caprichoso y raro, muy pocas veces artísticamente bella. Preferible sería en tales casos poseer dos trozos del mismo ejemplar y labrarlos del mismo modo; pero para esto sería necesario estar bien servido en la cantera, lo cual no siempre ocurre, y cuando ocurre es muy costoso.

Por otra parte, el marmolista opta casi siempre hacer venir los ejemplares ya cortados en hojas, lo cual, si tiene el inconveniente de que muchas veces se ha de recibir lo más defectuoso, tiene la ventaja de que los mármoles están de ordinario mejor aserrados, porque los instrumentos de las grandes fábricas están mejor surtidos

y mejor dirigidos, y realizan, por consiguiente, sus trabajos, con más perfeccion.

En casi todos los establecimientos almacenes de marmolista hay obras que éste no ha labrado. Pilas, chimeneas, morteros, cruces, etcétera, etc., las reciben así, hechas y concluidas, de los grandes talleres, donde casi todas las operaciones ó todas son hechas por medio de máquinas: en este caso, el trabajo del marmolista queda reducido á la colocacion de la obra en el sitio correspondiente.

Es muy difícil determinar las especies de trabajos de que se encarga á los marmolistas. Son muchos en número, empezando por observar que en nuestro país abundan de tal manera los mármoles, que se los emplea á veces, y en muchas localidades, como la piedra de sillería, para edificacion de las casas.

Por punto general, las obras que llevan á cabo los marmolistas son más de ornamentacion y de lujo.

Cercos de chimeneas, revestimientos de muebles, columnas, pedestales, adornos de jardin, monumentos fúnebres, pavimentos, escaleras y retablos, capillas, etc.

Pero ni en estos, ni en ningun otro de los trabajos que aquí omitimos por no hacer interminable la enumeracion, varía la esencia de las

operaciones de labra, ni son necesarios más que los cuatro grupos de obreros que ya hemos indicado.

(7) GRUPO PRIMERO. — *Grabadores.*—Como su nombre indica, éstos son los encargados de grabar, sea en blanco, sea en negro, á veces en oro, las inscripciones, ya en lápidas mortuorias que colocan en los monumentos fúnebres, sea en las portadas de los monumentos públicos, ó bien en los obeliscos ó columnas elevadas en conmemoracion de acontecimientos notables.

(8) GRUPO SECUNDO.—*Cinceladores.*—Muchos instrumentos de que hace uso el marmolista, y que más adelante nombraremos, son conocidos en la práctica bajo la denominacion genérica de *hierros*.

A estos *hierros* pertenecen los cinceles de diferentes clases que hay en los talleres medianamente provistos.

En algunos casos, el marmolista se encuentra en la necesidad de desbastar, bosquejar y labrar sin hacer uso de la sierra, por tratarse de columnas ó molduras cuyos contornos son circulares y no admiten el empleo de sierra ni serruchos.

En otras ocasiones, bien que esto suceda pocas veces, necesita labrar de nuevo aserrados mal hechos.

El labrado de las molduras exige sobre todo gran práctica, mucha paciencia y muchísimo esmero. La primera operacion es presentar la arista, bosquejar despues con el cincel el contorno y desenvolvimiento de la moldura, y como es preciso arrancar de las piedras muy pequeñas partes, á fin de no estropear la obra, hace falta repetir muchas veces la operacion, y últimamente con cinceles pequeños muy acerados y muy bien templados.

Las piezas cilíndricas como columnas, urnas, vasos, son bosquejadas con el cincel, y si son manuables se los acaba y perfecciona á torno.

(9) GRUPO TERCERO.—*Adornistas*.—Los encargados de esta parte del trabajo en mármol tocan ya los límites y áun penetran en el terreno de la escultura.

Claro es que cuando aquí se habla de escultura, se habla solamente de los trabajos de ornamentacion de que los objetos de mármol son susceptibles. Y áun esos mismos trabajos, en la mayor parte de los casos, están de antemano modelados y dibujados por el escultor, quedando reducido el adornista al trabajo de cincelarlos.

Esta es la razon de no consagrar á este trabajo más extensas consideraciones.

(10) GRUPO CUARTO.—*Pulidores*.—Los pu-

lidores son los encargados de la operacion de pulimento.

Esta operacion en algunos casos necesita ser completa, acabada, perfecta.

En otros no necesita tanto esmero: así sucede, por ejemplo, en los mármoles empleados para pavimentos y en muchos que usan, donde son muy abundantes, para objetos comunes. Cuando esto sucede llaman á la operacion *semi-pulimento.*

Las operaciones del verdadero pulimento reciben en los talleres de nuestro país los nombres siguientes: *asperonar, apomazar, dar brillo* y *suavizar.*

(11) *Asperonar.*—Consiste en frotar la superficie del mármol con *asperon* para disminuir las asperezas que ya el cincel, ya el buril, ya cualquier otro instrumento de los incluidos bajo la denominacion genérica de *hierros,* empleados por el grabador, por el cincelador, ó por el adornista, dejan siempre.

(12) *Apomazar.*—Consiste en proseguir la operacion anterior; pero sustituyendo el asperon con la piedra pomez un tanto humedecida. Este segundo frotamiento quita ya las entradas y salidas, y casi todas las asperezas que hayan escapado al principio.

(13) Para *dar brillo,* tanto en el mármol

negro como en el blanco, despues de *asperonado* y *apomazado* el ejemplar, se echa sobre la cara que ha de ser pulimentada una mezcla de polvos de esmeril y limaduras de hierro; despues, con una muñeca hecha de trapo que en los talleres denominan *un taco*, se hace que los polvos froten durante mucho tiempo el mármol y hasta que aparezca el lustre en la cara del mismo.

En los mármoles negros ó de color suele añadirse á la mezcla una pequeña cantidad de almazarron. En los mármoles blancos no se emplea ese ingrediente.

(14) Para *suavizar* la superficie de los mármoles emplean en los talleres una especie de barniz que nombran los marmolistas *costique*, y que es una mezcla de cera vírgen y aguarrás (esencia de trementina).

CAPÍTULO III.

Talleres de marmolista.

(15) Antes de consagrar algunas líneas al trabajo de colocacion de las piezas labradas por el marmolista en los sitios correspondientes de las obras, trabajo casi idéntico al que más circunstanciadamente hemos expuesto al enumerar las labores distintas del cantero, parécenos opor-

tuno enumerar los útiles y herramientas que debe contener un taller de marmolista.

Al hacer la enumeracion de las herramientas, referimos al lector á las figuras respectivas, y omitimos descripciones que, léjos de aclarar el pensamiento, sirven solo para oscurecer lo que la simple vista presenta claro y hasta evidente. Tampoco entraremos en muchos pormenores acerca del uso de esos instrumentos, pues es bien conocido el de casi todos.

Son, pues, los instrumentos á que nos referimos, *Banco* (fig. 8.ª), muy semejante al banco del taller de carpintero, y destinado como aquél á colocar el pedazo de material sobre el que se trabaje. Con la diferencia de que el banco del marmolista es de piedra y tiene más altura.

Sierra (fig. 9.ª); *Serrucho* (fig. 10); *Artesa* (figura 11 *a*); *Cucharon* (fig. 11 *b*); *Puntero* (figura 12); *Gradina* (fig. 13); *Dos dientes* (fig. 14); *Cinceles* (fig. 15); *Escofina* (fig. 16 *a*); *Escofina cola de raton* (fig. 16 *b*); *Escofina plana* (fig. 16 *c*); *Limas* (fig. 17 *a, b, c, d*); *Rodelas* (fig. 18); *Rascadores* (fig. 19); *Martillo* (fig. 20); *Pico* (figura 21); *Berbiquí* (fig. 22); *Mazo* (fig. 23); *Macetas* (fig. 24 *a, b*); *Compases* (fig. 25); *Compases de gruesos ó espesor* (fig. 26 *a* y *b*); *Reglas* (fig. 27); *Escuadra* (fig. 28); *Falsa escuadra* (fig. 29); *Plantilla* (fig. 30); *Niveles de al-*

bañil, de aire y de agua (fig. 31 *a, b, c*); *Violin* (fig. 32); *Espiral* (fig. 33); *Media caña* (figura 34); *Media caña gradina* (fig. 35); *Calados* (fig. 36); *Buril* (fig. 37); *Brocas* (fig. 38); *Limaton* (fig. 39).

No aseguramos que la lista precedente contenga todos los útiles necesarios al marmolista para sus diferentes y en ocasiones difíciles trabajos; pero sí aseguramos que contiene los principales, algunos de los cuales no son mencionados por los pocos autores que han escrito acerca de esta materia, pero los hemos visto emplear en talleres muy acreditados de Madrid.

No hemos creido necesario citar braserillos, obturadores, tacos, vasijas para los barnices, brochas, etc., etc., porque en la mayor parte de éstos la forma es variable, del todo indiferente.

Ni creemos preciso decir que en casi todos los talleres hay de cada uno de estos instrumentos dobles, triples y hasta por docenas, segun los talleres y segun el mayor ó menor uso.

Generalmente, de los útiles que los marmolistas acostumbran á llamar *hierros*, como cinceles, bidentes, buriles, gradinas, etc., etc., los hay en abundancia. En algunos talleres, y para evitar abusos y disgustos, cada operario lleva al trabajo sus herramientas, que son propiedad suya; y él repone sus desperfectos y subsana sus pérdidas.

(16) La aplicacion oportuna y el empleo acertado y discreto de todos y cada uno de esos instrumentos del trabajo, constituye la práctica completa del arte del marmolista, cuyo aprendizaje y dominio puede durar, segun la inteligencia y aptitudes de quien á él se consagra, de cuatro á ocho años.

Desde que el aprendiz toma en su mano izquierda *los hierros* y en la derecha el martillo ó el mazo, necesitando que el maestro le diga con qué dedos ha de tomar el cincel, qué inclinacion debe darle, qué fuerza necesita emplear para sostenerle, cómo y dónde es preciso golpear con el martillo, etc., etc., hasta que recibe encargos de obras difíciles, ya de adorno, ya de pulimento, ya de colocacion, trascurre siempre mucho tiempo y hay muchísimo que aprender.

Claro es que ni todo eso, ni aún una parte mínima de ello, puede hallarse en este insignificante MANUAL. Más diremos: eso que en la práctica diaria del taller, en la lucha constante con las dificultades de la realidad se aprende á fuerza de perseverantes ejercicios, de observaciones asíduas, de incansable laboriosidad, eso no podria contenerse ni en una obra completa de muchos tomos en folio.

La asistencia á la cátedra puede ser suplida

con la lectura de buenos tratadistas; la asistencia al taller no puede ser sustituida por nada.

Eso explica suficientemente que no nos detengamos ahora en hacer una explicacion enojosa, y al propio tiempo estéril, de la manera de usar las herramientas que hemos enumerado.

CAPÍTULO IV.

Colocacion de los mármoles.

(17) Hemos dicho ya que la colocacion de los mármoles, luego de labrado, en los sitios respectivos de as obras á que se los destine, es tarea que, por punto general, compete al marmolista, y hemos dicho tambien que en esa tarea existe apénas diferencia entre el trabajo del cantero y el trabajo del marmolista; trabajos que en lo referente á ese punto coinciden y casi se confunden.

Examinaremos, sin embargo, algunos de esos trabajos particulares, por ejemplo, un pavimento.

(18) Las baldosas de mármol para los pavimentos son materiales que siempre vienen hechos de las grandes fábricas: el marmolista, por consiguiente, no tiene que hacer en ese punto otra cosa que colocarlas. Es cierto que hoy

con muchas otras obras más importantes le sucede lo mismo.

El solado en mármol es un trabajo para el que deben co-existir en el operario buen gusto y clara inteligencia.

Buen gusto artístico, porque el marmolista ha de tener en cuenta y armonizar la forma y las dimensiones de las baldosas y su combinacion, con las dimensiones y la forma de la habitacion que se trata de solar.

No hay que decir que un solado, acaso admiable en un salon grande, pareceria probablemente grotesco en un cuarto de baño: el piso que pareciese muy propio de una capilla ó de un panteon, no sería aceptable en un salon de embajadores.

Para la adherencia de las baldosas de mármol, conviene emplear, como ya se ha dicho, un mortero de yeso, cal y arena, con preferencia al mortero de yeso sólo.

Este mortero es preferible al de yeso solamente, porque éste á veces rechaza el embaldosado y destruye la union de las piezas, siendo necesario comenzar de nuevo la obra, operacion en la cual casi siempre se rompe una ó várias piezas, lo que, sobre ser costoso, desacredita al marmolista.

(19) Para formar idea de lo que puede ser

ese trabajo variable hasta el infinito, presentamos algunos modelos de pavimento, de chimenea y de monumentos fúnebres que al azar hemos escogido.

Las figuras 40, 41 y 42, representan tres distintas muestras de pavimento.

Las figuras 43 y 44 son muestras de ornamento de jardin, un jarron y una fuente sencilla

La figura 45 es un modelo de chimenea.

Las figuras 46 y 47 son modelos de monumentos funerarios, y la figura 48 es una muestra muy conocida y muy comun de peristilo ó de vestíbulo para edificios públicos, como palacios, teatros, etc.

CAPÍTULO V.

Procedimientos auxiliares.

(20) Incluimos en estos procedimientos los que se refieren al arrastre, á la elevacion, á la colocacion ó emplazamiento, así como el empleo de algunas máquinas que sustituyen, con ventaja casi siempre, al trabajo manual del hombre.

En cuanto á los medios de trasporte no hemos de hablar aquí, ni existen realmente arrastres especiales para los mármoles, ni podríamos, por lo tanto, añadir nada á lo que al ocuparnos en el estudio de la cantería expusimos.

Entre los medios de elevacion de grandes ejemplares ó bloques se halla el *torno*, máquina muy conocida, y la *grua*, que no es en realidad sino un torno perfeccionado.

Ni del torno, ni de la grua, se hace uso en los talleres propiamente dichos; son de grandes dimensiones, y ocuparian demasiado sitio. En las canteras sí suelen tener aplicacion, y sobre todo en algunas obras.

De todas suertes, ni la descripcion del torno, ni la descripcion de la grua, mezcla ingeniosa de palanca, polea, torno y cuerdas, tendrian aquí su colocacion natural.

Sobre ser ambas máquinas perfectamente conocidas, hállanse descritas en todos los tratados de física elemental ó de mecánica.

La grúa es uno de los aparatos más usados y de más frecuentes aplicaciones: esto ha hecho que los ingenieros mecánicos y cuantos consagran su atencion á este linaje de estudios se hayan dedicado con prediIeccion á modificarla y perfeccionarla, habiéndose llegado en esto á tal grado de bondad y de sencillez, que no parece fácil excederla.

Perfeccionando unas veces el torno, otras la combinacion de las poleas, se ha conseguido obtener, no sólo la pronta elevacion de los objetos, sino el trasporte de los mismos á los puntos donde es conveniente colocarlos, para lo cual se hace uso de gruas giratorias, muy empleadas en los puertos para la carga y descarga de buques.

Aunque de ménos uso y de ménos frecuente aplicacion, es empleada muchas veces la *cabria*, así como el *cabrestante*, que no viene á ser otra cosa que un torno vertical, empleado algunas veces para aproximar las piedras la-

bradas, evitando así los golpes, muchas veces perjudiciales, que las palancas podrian dar á las aristas y á las caras al montar la pieza sobre los rodillos.

De mucho uso y de gran fuerza es tambien la máquina llamada *polispastos*, ó sistema de *poleas* (garruchas). Es máquina de gran fuerza cuando están convenientemente combinadas las fijas y las movibles, pues sus condiciones de equilibrio son en extremo favorables.

Los sistemas de poleas unidos á un torno, y mejor á una grua cerca de una máquina de las que hoy existen en grandes talleres para labrar los mármoles, son de incalculable utilidad.

No deja de ser útil, asimismo, el instrumento denominado *gato* ó *cric*, destinado á elevar un poco grandes pesos.

Resulta, que aparte de *la grua*, cuyas ventajas hemos indicado, los aparatos más convenientes para levantar mineral de mucho peso son: el *gato*, la *cabria* y el *polispastos*.

El *gato* es más manual que la cabria; pero en cambio no es bastante poderoso para separar del suelo todo el ejemplar, sino para alzar incompletamente una parte de él. La cabria y el polispastos, sí logran eso y lo consiguen con sencillez, sobre todo el polispastos, que necesita mucho menores dispendios.

(21) Mr. David How inventó una máquina que participaba de las tres, y que en concepto del inventor:

1.° Es sencilla y portátil.

2.° Puede no sólo mover el ejemplar, sino elevarlo á gran altura.

3.° Suple de tal suerte la fuerza del hombre, que bastan cuatro brazos para realizar el trabajo de ciento.

No responderíamos de la exactitud de estas ventajas, en las que pudiera haber algo de amor propio de inventor; pero baste lo dicho para comprender lo que en esta materia hemos adelantado, y lo que adelantamos diariamente.

(22) A más de estas máquinas de todos conocidas y que sirven para elevar piedras, sean mármoles, sean de otra clase cualquiera, hoy emplean los fabricantes en grande escala máquinas de serrar, de desbastar, de pulimentar, de construir molduras rectilíneas ó curvilíneas, y hace ya cerca de medio siglo que está descubierto el procedimiento para bosquejar y reducir esculturas y otra clase de trabajos en mármoles, para los cuales, empleando la mano de obra y el cincel, se tardaria muchísimo tiempo, y que son obtenidos con admirable rapidez por medio de máquinas.

Y esto sucede de tal manera, que á veces

hay ocasiones en que el único trabajo del marmolista queda reducido á la colocacion de la obra.

No se crea por esto que su trabajo es fácil. Preciso es que en esta operacion delicadísima tenga presentes muchas cosas.

(23) Desde luégo lo más interesante para una obra de alguna importancia como un monumento, una estátua, un jarron, un túmulo, etc., es que los cimientos sean firmes y el basamento ó pedestal de piedra dura; como el granito, por ejemplo. En otro caso, las lluvias ó las heladas le destruirian pronto.

Como la colocacion de la obra, los basamentos, pedestales y los enyesados y otros refuerzos necesarios para la consolidacion del trabajo corresponden tambien al marmolista, y como, en algunos casos, suele dejarlo á cargo del albañil, puede esto perjudicar la bondad de la obra.

Ocurre, efectivamente muchas veces, que por incuria, ó por olvido, se coloca una pieza de mármol sin calcular si podrá sufrir alguna desviacion, si podrá inclinarse en uno ó en otro sentido, si estará perfectamente nivelada, y si apoyada á la pared estará bien adherida al mortero.

Todas estas causas que parecen insignificantes, producen al cabo de un año una inclinacion de 3 centímetros, lo cual, como fácilmente se

comprende, es de un efecto deplorable. Desde luégo los relojes que de ordinario tienen colocados sobre las chimeneas dejan de estar *á plomo*, los candelabros, jarrones y demás objetos que adornan las salas sobre las piezas de mármol aparecen inclinados, como la piedra sobre que descansan.

Estas razones, y otras muchas que afectan á los intereses y al crédito del marmolista, le aconsejan, que se ocupe él mismo en colocar cuidadosamente y con todo esmero su trabajo.

Entre los medios auxiliares de que el marmolista ha menester para terminar su tarea, no es el ménos interesante el empleo de gomas ó betunes especiales que, unidos á los barnices de que hablamos, al tratar de la operacion de suavizar, completan, por decirlo así, sus utensilios.

(24) El marmolista suele emplear várias clases de betunes ó gomas. Una es, por ejemplo, la que usa para rellenar los huecos producidos en la piedra, ya por un accidente cualquiera, un golpe, ya por un defecto natural de la misma piedra; y otro muy distinto, el que se usa para soldar ó adherir unas planchas á otras.

El primero se hace con goma laca coloreada, de suerte que imite en lo posible los colores del mármol al cual se va á unir. Muchas veces se

mezcla á la goma un polvo finísimo de mármol blanco tamizado; otras veces emplea el marmolista pedacillos de mármol labrados y ajustados exactamente en los agujeros ó en la rotura que trata de disimular, adoptando las medidas necesarias para que la adherencia sea completa.

Las gomas para soldar, ó *mástic* del marmolista, merece especialísimo cuidado. Muchas veces, la mala cualidad del *mástic* empleado hace que una obra buena y bien trabajada se deteriore pronto y pierda todo su valor.

El mejor *mástic* de marmolista que hasta hoy se conoce, se compone de:

Dos partes de cera vírgen.

Tres de pez blanca.

Ocho de resina.

La mezcla se hace fundir al fuegó, y se sumerge despues en agua de pozo para solidificar la pasta, se le da la forma de rollos, y cuando hay necesidad de emplearle se funde del *mástic* la cantidad proporcionada al empleo que haya de dársele.

Tambien es muy empleado por los marmolistas una especie de betun, al que en Francia denominan CIMENTO UNIVERSAL, y que en efecto, es de bastante aplicacion y de muy buenos resultados.

Para componerle es necesario disolver cierta

cantidad de un betun cualquiera de los anteriormente mencionados, en espíritu de vino muy purificado: se sumerge igual cantidad de cola de pescado hasta que se reblandezca.

Entónces se le disuelve en una vasija que contenga rom ó aguardiente bastante para formar una especie de liga, á la cual se junta como una mitad de *mástic* de goma amoniacal muy bien majado.

De manera, que para 50 gramos de *mástic* se necesita solamente 50 de cola de pescado y 25 de goma amoniacal; las cantidades de aguardiente ó rom y de espíritu de vino, varían segun la mayor ó menor fuerza de este líquido.

Cuanto más fuerte sea, menor cantidad se necesita y mejor es la mezcla.

Se unen las dos mezclas, colocándolas juntas sobre un fuego moderado, y cuando se han mezclado perfectamente, se las coloca en botellas, que han de permanecer despues herméticamenre cerradas.

Cuando es necesario emplear de este betun, se necesita calentar la botella *al baño de María* para liquidarle; calentar asimismo y limpiar las superficies que han de ser *encoladas*.

Este cemento queda perfectamente seco á las diez y ocho horas por regla general.

CAPÍUTLO VI.

Mosáicos.

(25) Entre los trabajos de arte más delicados de que puede encargarse el marmolista, es uno el *mosáico*, compuesto de várias piedras de diferentes clases y colores distintos, que ofrezcan unidas un aspecto agradable ó formen dibujos caprichosos.

Claro es que este trabajo es tanto más difícil, cuanto más numerosas sean—y más pequeñas por consiguiente—las partes que han de constituir el todo.

En nuestros sitios reales hay preciosísimos trabajos de este género.

Y en el palacio de San Telmo (Sevilla) existia un velador de mosáico formado por mármoles de todas las variedades que hay en la region andaluza.

Estos mosáicos suelen ser imitados con pinturas, y á veces lo son con tal perfeccion, que es necesario fijarse mucho para no dejarse sorprender.

Los marmolistas antiguos construian mosáicos ménos finos y ménos rematados, por decirlo así, que nosotros; pero sus obras se distinguen especialmente por el buen gusto en la mezcla de los colores. Daban á la piedra la forma de *dados* del tamaño que se necesitaba, y se presume que una vez labrados los dados, colocaban los de cada color en una caja, resultando como hacen los pintores, que tenian al alcance de su mano tantas cajas como colores habian de emplear.

El procedimiento empleado en el dia difiere muy poco del antiguo.

Los cubos de diferentes colores, colocados segun el plan general del artista y con arreglo á las instrucciones del propietario, son unidos al asiento comun, y además unidos entre sí, ya por un mortero hidráulico á propósito, bien por el mástic ó betun de marmolista, segun los casos.

Cuando el *mástic* se ha secado bien, se frota, se pulimenta y se suaviza la obra, como se hace en general en todos los trabajos de mármoles, teniendo mucho cuidado de pasar el *taco* por igual para no hundir los cubos, todavía mal unidos, ni el *mástic*, que áun no tiene la fuerza que ha de tener. Al cabo de algun tiempo conviene calentar un poco el *mosáico* para quitarle toda humedad, y despues se le frota de nuevo con

otro *taco* de lana dulce ó de algodon, humedecido con aceite de lino.

(26) Nuestra tarea resultaría interminable si hubiéramos de examinar una por una todas las infinitas clases de obras á que el marmolista puede consagrar su habilidad y su inteligencia, que de ambas cosas ha menester quien en su arte recorre la extensísima escala comprendida entre el minero que arranca el *mármol bruto* de las entrañas de la tierra, y el estatuario que convierte la tosca piedra en bella creacion de la fantasía.

Los decorados para interior y para exterior de edificios, y los objetos de ornamentacion de patios, paseos y jardines; las incrustaciones en los objetos de arte; las esculturas y bajos relieves; las escalinatas y los vestíbulos, todo esto, y mucho más, que no se oculta á la penetracion del lector, constituyen el variado y difícil trabajo de este ramo importantísimo de la cantería. Hay, como es natural, para toda clase y para cada obra particular, reglas tambien particulares, que dependen, en primer término, del gasto que el propietario se proponga hacer en la obra, y en segundo, de infinitas circunstancias accidentales, como son la abundancia del material, la distancia de la cantera, el coste de los arrastres, las condiciones del terreno, etc., etc., todas las cua-

les pueden ser referidas á una: el coste de la obra; pero estas reglas particulares, como todo lo que es casuístico y contingente, no caben en un MANUAL, que habria de convertirse en indigesto é inútil prontuario de recetas, ni se separa en realidad de las reglas generales que para los materiales de construccion incluidos en el grupo de *piedras*, y para el grupo especial de los mármoles dejamos anteriormente establecidas.

CAPÍTULO VII.

Mármoles artificiales.—Estucos.

(27) Los marmolistas de otros países, bien porque allí los mármoles no abunden tanto como en el nuestro, bien porque se haga mayor consumo de este material de construcciones, emplean con mucha frecuencia mármoles imitados ó artificiales.

En España, donde hay pueblo en que el mármol natural es la piedra más empleada en construciones cómunes y ordinarias, sería incomprensible, además de falta de base, la industria de fabricar mármoles.

Nos limitaremos, pues, á hablar de los *estucos* que han sido aceptados entre nosotros, no para reemplazar á los mármoles, sino para embellecimiento barato y sencillo de las habitaciones destinadas á la clase media.

Hasta hace poco tiempo, las pa edes interiores de las casas eran enjalbegadas ó blanqueadas con yeso; posteriormente se introdujo la costumbre, que áun subsiste, de recubrir con

papeles pintados las habitaciones destinadas á ciertos usos, como comedores, salas, despachos, etcétera, y *estucar* los pasillos y los dormitorios.

(28) *El estuco*, por consiguiente, ha venido á sustituir, no al mármol, que seguramente no habria formado parte de la casa, sino al blanqueado de yeso.

Estuco es, por lo tanto, un enlucido ó blanqueado susceptible de ser pulimentado, y ofrecer, aunque remoto, cierto parecido con el mármol.

El Estuco, segun hemos dicho anteriormente, es de *yeso* ó de *cal*.

Este último es más sólido y es el único que puede ser empleado para el exterior de las fachadas.

(29) *Estuco yesoso.*—Para fabricar el estuco de yeso es necesario tener ante todo yeso de calidad muy superior: el mejor que pueda encontrarse. Se le tamiza con sumo cuidado por un tamiz de seda. Se le mezcla con una disolucion bastante clara de cola de Flandes, ú otra materia gelatinosa, se le extiende por igual y con gran cuidado, alisándole despues con la llana, se deja secar; y tenemos fabricado el estuco yesoso.

Cuando el estuco se halla bien seco hay que

comenzar el pulimento, para lo cual se procede de una manera análoga á la explicada cuando se trató del pulimento de los mármoles naturales. Se frota cuidadosamente, pero sin cesar, con la piedra pomez; despues se echa sobre el estuco alguna arenilla ó polvo de sílice, y con un pedazo de fieltro se frota de nuevo; se le lava despues con agua de jabon, y por último se le frota con aceite, con lo cual saca el lustre. Es necesario no descansar en la frotacion hasta haber obtenido el lustre, en otro caso, el estuco resultaria empañado ó deslucido. Antes de comenzar la operacion del pulimento, conviene examinar cuidadosamente si la superficie del *estuco* es una superficie plana, pues en otro caso, los defectos aparecerian con el brillo más ostensiblemente, y son de muy mal efecto.

El estuco yesoso no subsiste sino en sitios y en habitaciones sin humedad.

(30) *Estuco de cal.*—Esta clase de estuco se obtiene mezclando cal muy blanca y muy bien cocida y mármol blanco ó alabastro yesoso en polvo muy fino pasado por tamiz de seda. Es conveniente apagar la cal por inmersion y machacarla sobre una mesa de mármol, con una moleta como la usada por los pintores para machacar los colores.

Despues de bastante tiempo de haberla apa-

gado se mezcla esta cal con parte igual de polvo de alabastro, sin añadir agua, y se bate hasta que estén bien mezcladas ambas sustancias.

La parte preparada de este modo se aplica sobre un blanqueado muy bien nivelado y perfectamente seco. Se moja despues ese blanqueado hasta que no admita más agua ó se halle saturado de ese líquido, en seguida, con un pincel, se coloca allí una capa de estuco que haya sido diluido en el agua, y por último, con una espátula ó una llana de albañil se aplica la capa de estuco duro.

A medida que el estuco se seca y se endurece, se procede como siempre, al pulimento frotando la superficie con un pedazo de lienzo áspero algo humedecido, y con bruñidora de acero y hasta con el dedo en los lugares en que hubiese molduras y relieves.

Para colorar los estucos basta mezclar á los elementos adicionados una materia colorante que dé á la mezcla el matiz conveniente.

(31) La manera de colocar y de afirmar los *estucos* á los cielos rasos, á los artesonados, á las molduras y ornamentos, constituyen ya otro órden de conocimientos en que nosotros no hemos de detenernos.

Aunque, como ya hemos dicho, suelen fabri-

car los extranjeros otra clase de mármoles artificiales para hacer de ellos usos análogos á los que se hacen en los mármoles naturales, como construcciones de objetos de adorno, columnatas, escaleras, chimeneas, monumentos, etcétera, nosotros no creemos necesario entrar en esas explicaciones, y aunque no hubiesen de tener objeto sin tener alguna práctica. Aquí, donde existen sin explotar multitud de canteras ricas y abundantes de mármoles inmejorables, ¿á qué conduce dar medios de construir artificialmente lo que la naturaleza nos facilita de sobra?

(32) Véase, sin embargo, y sólo como muestra, el procedimiento empleado para obtener un mármol artificial que emplean los franceses en edificios suntuosos y de apariencia como grandes fondas, cafés y teatros.

A 50 kilógramos de mármol pulverizado y pasado por tamiz, se añade 18 kilógramos de polvo de ladrillo, tambien cribado y tamizado, y 10 kilógramos de cristal de vidriera tamizado tambien; se agrega á todo esto el quíntuplo de toda la cantidad de cal hidráulica, y mezclándolo todo en agua se hace una pasta que se procura agitar y batir con cuidado hasta que quede en estado de poder ser extendida y alisada en la llana del albañil.

Cuando sobre la superficie que se pretende endurecer hemos colocado una capa de esa mezcla, se traza con un pincel las venas y colores presentadas ordinariamente en el mármol que imitamos. Despues se coloca dentro de un saco 500 gramos de talco en polvo, y luégo se rocía la superficie ó se espolvorea con aquel talco; en seguida se le frota con la llana para alisarla, y así se consigue al propio tiempo, pulimentar el mármol fabricado y enfriar sus capas.

TERCERA PARTE

RIQUEZA DE ESPAÑA EN MÁRMOLES

Y

PIEDRAS DE CONSTRUCCION

PRELIMINARES.

(1) No suelen ser los escritores franceses muy dados á reconocer nuestras riquezas: hay ocasiones, sin embargo, en que no pueden resistirse á la evidencia. La abundancia en mármoles que poseemos y la hermosura de algunos de ellos son tales, que un publicista francés, no muy apasionado por cierto en favor de las cosas de España, escribia ya hace muchos años, refiriéndose á mármoles modernos: «España solamente podria rivalizar con Italia; los mármoles de Molina tienen fama por su grano, tan bello como el de Carrara. Los reinos de Granada y de Córdoba los poseen que no les ceden en blancura. El gris de Toledo; el negro de la Mancha y de Vizcaya; el negro con venas blancas de Murviedro; el violeta de Cataluña; el rojo de Sevilla y Molina; el verde de Granada; el rosa de Santiago; las lumaquelas rojas de Granada y de Córdoba; los brocateles de España, con sus puntos amarillos, forman tal conjunto de riqueza mineral, que sólo necesita hábiles obreros para hermosear los

monumentos públicos y particulares de todo el decorado que tanto prodigaban los artistas de Grecia y Roma.»

Ni hay exageracion en el cuadro, ni aparece siquiera toda la verdad; basta, para convencerse de ello, pasar la vista por la noticia que muy á la ligera y tomando solamente los más principales, publicamos á continuacion.

(2) Ya en la primera parte de este trabajo, y al dar noticia del yacimiento de las piedras naturales de construccion, pusimos especial cuidado en citar las localidades de España en que abundaban, con lo que es más que suficiente para haber observado que rara, muy rara es la piedra de construccion de que no tengamos muchas y muy estimables muestras en España.

Véase en las páginas siguientes la noticia á que nos hemos referido.

NOTICIA

DE LAS

PIEDRAS DE CONSTRUCCION ESPAÑOLAS

POR REGIONES.

I.

REGION ANDALUZA.

Almería.—Pizarras y yesos. Tanto éstos como diferentes rocas forman las cajas de abundantes criaderos de gran número de minas de Sierra Almagrera, Cuevas, Bedar, Nijer, etc., etc.

Huelva.—Es ésta una de las provincias más ricas en minas de cobre y hierro, procedentes de Rio Tinto y de Tharsis, ofrece tambien magníficas variedades de calizas en las canteras de Niebla. Así como presenta tambien grande abundancia de rocas, constituyendo las cajas de diferentes criaderos metalíferos.

Jaen.—Hay gran fabricacion de baldosin blanco y encarnado de la fábrica *La Valenciana,* término de Andújar.

Linares.—En la explotacion de las minas que en aquel punto posee la Compañía *La Cruz,* se obtiene como producto secundario de la fabricacion gran cantidad de materiales refractarios.

Málaga.—Toda la provincia es abundantísima en excelentes piedras de construccion. En Marbella y en Benagalboa hay muy buena caliza. En Marbella existen tambien areniscas y excelente granito.

Sevilla.—Mina y fábrica del Pedroso. Se explotan cuarzos, arcilla, greda y asperon. Fabricacion de ladrillos refractarios.

II

REGION ARAGONESA.

Huesca.—En el partido de Tamarite existe excelente piedra caliza, obteniéndose sillares de grandes dimensiones.

Zaragoza.—En las fábricas que, en diversos puntos, ha montado D. Antonio Lopez, se construyen ladrillos de várias clases y dimensiones, tejas y ladrilletas.

En Godojos, partido judicial de Ateca, hay buena caliza de construccion.

Hay fabricacion de ladrillos en Alhama de Aragon. Existen allí buenas arcillas, yesos y arenas.

III

REGION ASTURIANA.

En la fábrica de *Mieres*, que ha logrado en pocos años justa fama y gran crédito, se utiliza como auxiliares para sus grandes trabajos, arena refractaria de la localidad, y arcilla refractaria tambien de aquel término; y se elaboran ladrillos refractarios en la misma fábrica.

Iguales materiales y la misma fabricacion existe en las fábricas de la Felguera y Vega, del Concejo de Langreo.

Oviedo.—En toda la provincia existen en abundancia calizas, areniscas, pizarras y otros materiales de construccion.

IV

REGION CASTELLANA.

Búrgos.—Abundan el kaolin; calizas de diferentes clases; yeso y arenisca empleadas en las obras públicas de la provincia. En el Valle de Mena, sitio del Barquillo, hay yeso cristalizado. En el cerro de Castellar existe yeso rojo y abundancia de rocas volcánicas. En la cantera de San Clemente se coge yeso en piedra. En la cantera de Ontoria hay buena caliza. Muy abundante y muy excelente piedra de construccion en canteras de Pozo, Higuera, Iloca, Ledesma y otros puntos de la provincia (1).

Ciudad Real.—En la mina *La Oportunidad* existen areniscas. En la mina *Las Minetas*, término del Viso del Marqués, hay muy buena arcilla refractaria. Tambien las hay en Puertollano, que son empleadas en la fábrica de *Nuestra Señora de Gracia*, propiedad de los señores viuda é hijos de D. José Genaro Villanova.

Guadalajara.—Arenas blancas silíceas (Tamajon), empleadas para la fabricacion del cristal. Alabastrites de Alcan y Cogolludo. Calizas de Maranchon, Valdegrudas, Tamajon, Huermea, Cilles, Zorita del Palomar, Molina y Brihuega. Pizarra para pavimento y cubiertas de las canteras de Fuente del Espino

(1) Para facilitar el conocimiento de los datos, hemos llamado *Region castellana* á los antigues reinos de Castilla y de Leon.

(Atienza). Fabricacion de ladrillos, tejas y baldosas de la alfarería de Raposo, Guadalajara.

Leon.—Existen kaolin y areniscas ferruginosas en Viñazo, Piedrashechas y Otero de las Dueñas. Arcilla refractaria y fabricacion de ladrillos en Salar, Sotillo y Colle. Piedra de construccion en muchos puntos de la provincia. En Valdevaro y en Sabero hay espatos calizos, feldspatos, kaolin, pizarras y granito.

Madrid.—En la cantera *Nuestra Señora del Cármen* (Colmenar de Oreja), existe en gran abundancia piedra caliza de construccion.

El Sr. D. Isidro Balaguer y Cros, de esta provincia, presentó en la Exposicion Nacional de Minería de 1884:

Muestras de arcilla natural y labrada para construccion y adórno;

Idem de ladrillos de moldura blanca y encarnada de distintas formas, marca de Madrid;

Idem de ladrillos lisos prensados de id. id.;

Idem de id. id. tamaño pequeño (20×50 cents).;

Idem de id. huecos, con molduras y lisos, blancos y encarnados;

Idem de bovedillas para forjado de pavimentos (de 9×50 cents.);

Idem id. para id. de tabique doble y sencillo;

Idem id. para corredores y fachada general;

Idem de baldosines jaspeados y lisos, blancos y encarnados;

Idem de tejas árabes; id. planas blancas y encarnadas.

Existe en Valdemorillo kaolin, cuarzo y feldspatos, que utiliza en su fabricacion de loza, allí esta-

blecida, el Sr. Falcó; en San Martin de Montalvan tambien hay kaolin abundante.

Hay en Tamajon y en Colmenar gran abundancia de piedra exelente de construccion. Algunas variedades tienen el nombre del pueblo, y suelen denominarla piedra de Colmenar.

En la cantera Mojon del Pedernal hay excelentes pedernales. Hay tambien en esta provincia piedras que producen yeso blanco y moreno. Y excelente arcilla.

Palencia.—En las minas de Barruelo hay esquistos con impresion de fósiles, hullas. Doce canteras de piedras de construccion.

Salamanca.—Encuéntrase granito en diferentes puntos de la provincia. Hay además areniscas, pizarras, arcillas. En las minas *Inesperada* y *Cármen*, sitas en Villasbuenas, hay ejemplares de topacios cuarzosos. Cristal de roca en Fregeneda.

Santander.—El Sr. D. José María Villacampa, representante de D. Ramon Perez del Molino (de Santander), presentó en la última Exposicion Nacional de Minería celebrada en Madrid, entre otras cosas, muestras de materiales de construccion, procedentes de varios puntos de la provincia.

Soria.—Hay calizas y areniscas abundantes en várias localidades de la provincia, especies que son empleadas en sillería y mampostería; cal hidráulica en Sotello; yesos en Deza y Alnid; arcillas en Fuenteredonda; piedra de afilar en Baraona; turbas en Huertapinilla; arenisca asfáltica en Fuenteloba.

Toledo.—En la mina *La Cantera*, término de San Martin de Montalvan, existe buen kaolin.

Baldosines de kaolin con brillo metálico; blanco

mate; azulejos de dibujo con barniz metálico; kaolin en bruto y levigado de San Martin de Montalvan. Propietario D. Vidal Cubero.

En esta provincia, abundantísima en toda clase de minerales, se encuentra, entre otras riquezas: kaolin de la mina *Adela refractaria*, de San Martin de Montalvan; kaolin de la fábrica de la cantera del mismo término; kaolin de la dehesa de Vallehermoso, de igual pueblo; tierra refractaria de Toledo; arcillas de alfar, de Puente del Arzobispo y Ocaña; yeso de Alameda del Segre, Yebes, Ocaña y Camuñas; calizas de Guardamar, Puente del Arzobispo, Montesclaros y Ocaña; piedras de construccion en casi toda la provincia; pedernal en Cabaña de la Sagra; granito en Esquivias y Peña Aguileras; arenisca roja en Villafranca de los Caballeros; fabricaciones de ladrillos, azulejos y objetos de cerámica en Mocejon, Ocaña, Toledo, Talavera, etc., etc.

Valladolid.—Kaolin; tierras para loza; buenos feldspatos; arcillas refractarias amarillentas, verde y parda de excelentes condiciones. Se halla en abundancia en Portillo.

Várias canteras de caliza; yeso cristalizado; margas y arcillas. Hay construccion abundante de ladrillos, baldosas, baldosines y adobes.

Arenisca y granitos empleados como materiales de construccion en Zamora; asperones procedentes de Zamora, Sobradillo, Corrales, Arcilla y Muelas; caliza de Molinillos; pizarras de Lodaco; arcillas refractarias blancas de Muelas; arcillas refractarias, amarilias y rojizas, que se mezclan con las anteriores, y se presenta en el mismo término; en Moveros hay arcillas refractarias de primera clase. En Zamora

hay fabricacion en grande escala de baldosas de arcillas de aquel término. En Cistérniga, Cuesta de la Marquesa, Cabezas, Villamilla y otros pueblos de Valladolid hay en gran abundancia arcillas, yesos (comun y cristalizado) y calizas. Campespero y Villanueva de los Infantes surten á Valladolid de excelentes ejemplares de piedras calizas, que son las que casi exclusivaménte se emplean allí en las construcciones.

V.

REGION CATALANA.

Barcelona.—Serchs: en su término hay unas concesiones mineras de carbon donde existe yeso. En la cantera de Cervelló hay yeso tambien.

Gerona.—En Monjuich de San Daniel hay calizas hidráulicas excelentes.

En toda la provincia existe abundante la caliza comun. En la cantera de Puerta de la Selva hay piedras para sillares y para adoquines de dos caras, de juntas formadas naturalmente. En la cantera de Bañolas hay toba caliza; en la de Sariña, yeso. En el monte Caramony de Pals hay arcilla refractaria de muy buenas condiciones, que usan en la fábrica de baldosas de mosáico de Arenys.

Tarragona.—En Silva hay buena caliza. En Molá, arcilla y feldspatos. En la mina *Guadalupe*, calizas arcillosas.

VI.

REGION ESTREMEÑA.

Badajoz.—Hay feldspatos en Alburquerque; arcillas de várias clases en Badajoz y Salvatierra. En

Burguillos; Pizarras en Alconche; espatos calizos en la mina *California* en Azuaga y Magacela; carbonato de cal con mezcla de galena y óxido de hierro; calizas en Burguillos, Olivenza, Santa Marta; granito en Santa Marta, Burguillos y Olivenza; granito con mezcla de mica blanca, en Alburquerque; pizarras de Cheles, Higuera de Búrgos, mina *Abundancia*, Puebla de Alcocer, San Rafael de Arala, Santa Marta, Castuera, Berlanga, Azuaga, Villagarcía y Badajoz; areniscas en Fuente del Arco y Almendralejo; pizarras en Fuente del Arco; caliza y margas en Almendralejo y Albuera; arcillas de alfar y para ladrillos, baldosas y tejas en Villar del Rey.

En Villar del Rio existe gran riqueza en pizarra, que explota con buen resultado y mucho acierto la *Compañía Pizarrera* de aquella localidad.

Cáceres.—Hay granitos en Garrovillas de Alconetas; calizas en Cáceres; fosfatos calizos y kaolin en varios puntos, de los cuales podemos citar los siguientes: minas *Abundancia*, *Esmeralda*, *Escolera*, *Fortuna*, *Labradora*, *María Estuardo*, *Metálica*, *San Eugenio*, *San Salvador*, del término de Cáceres; mina *Constanza*, de Logrosan; mina *Australia* y mina *Luz*, de Malpartida; minas *Gaditana*, *Fortuna*, *Remedios*, *San José* y *San Pedro*, de Valencia de Alcántara; minas *Amistad*, *Consecuente*, *Esperanza*, *Lira*, de Zarza la Mayor; mina *Reformada*, de Alcuescar; *Dolorcita*, de Alcalá, y *Estremeña*, de Arroyo del Puerco. Hay tambien fabricacion de tejas y ladrillos en Garrovilla de Alconetar.

Granitos, pizarras, calizas y otras rocas en las minas *Denanas*, *San Eugenio*, *San Salvador*, del pueblo de Aldea Moret.

VII.

REGION EUSKARA.

Vizcaya.—Existen en abundancia margas, calizas y areniscas en los criaderos de mineral de hierro en toda la provincia; caliza de construccion; arenisca refractaria; asperon; calizas de Somorrostro; fabricacion de ladrillos finos rebatidos, y tejas planas.

VIII.

REGION VALENCIANA.

Albacete.—Hay buena tierra blanca en la Roda.

Alicante.—Variedades de yeso; propiedad de don Vicente Navarro.

Hay buen yeso fibroso en la cantera *Apareada* (Orihuela); turbas de la mina *Ingenio*, de Torreblanca (Castellon); piedra de sillería, de Almorqui (Monóvar); yeso crudo, de Portaceli; piedra de construccion, de Manuel; calizas, areniscas, yesos, que suelen ser empleadas en las carreteras de la provincia; rocas de la Sierra de Espada; areniscas calizas; margas de la sierra de Orihuela y Callosa (Alicante); estalactitas de la Cueva del Castillo (Orihuela); adoquines de rodeno de la misma procedencia; caliza para construccion, de Benitechell (Alicante).

Murcia.—Existe abundante cuarzo en la Sierra de Cartagena, así como estalactitas de carbonato de cal. Yesos en Lorca, La Union, Totana y Murcia. Buena caliza en Abanilla, Mazarron, Pacheco y Cartagena. Pizarras arcillosas en la Sierra de Cartagena. Y buenas puzzolanas en el mismo sitio.

Valencia.—En Montserrat, partido judicial de Torrente, hay muy buena tierra de color rojo, que se utiliza para mosáicos. En Umbria, término de Llen del Obispo, hay tierra excelente para fabricacion de ladrillos. En el barranco de San Miguel, término de Liria, hay abundante kaolin, aunque no de calidad muy superior.

ISLAS ADYACENTES, ANTILLAS Y FILIPINAS

I

BALEARES.

En las minas *San Jorge*, *Vírgen del Cármen*, *San Joaquin* y *Leocadia*, que explota la Sociedad La Ville y Compañía, hay margas y calizas arcillosas. En la mina *Parmesana* abundantes rocas de construccion. Tambien existen en la mina *Vírgen de Lluch*. Hay yesos, areniscas y buena caliza en esas mismas minas y en la *Argentera*, *Las Felices*, *Motezuma*, *Saturno*, *Mejoría*, *Alza*, *Luz*, *Conciliacion Minera*, *La Recompensa* y *San Antonio*. En Mahon se coge caliza compacta de grano fino, y caliza arenosa. En las canteras de Santañi hay caliza de várias especies, y tambien en Samberi y Calallonga. Tambien hay gran riqueza de caliza para construccion, así como para adoquines y aceras en Ciudable. Grandes fabricaciones de ladrillos de toda clase y de baldosas. Arcillas calizas de la ermita de Santa Eulalia, cerca de Palma. Fabricacion de tejas.

II

CANARIAS.

Las Palmas.—Areniscas que son empleadas con buen resultado en la construccion, procedentes de

Las Palmas, Telic, Leron, Valsequillo, Sinjona, San Lorenzo, Aguines, Galda, Gusi, Isla Borgada y Fuerte Ventura. Calizas de Tangas, Berse, Las Palmas, Fuerte Ventura y Lanzarote. Arena de Las Palmas. Cal hidráulica de distintos puntos de la isla.

III

(a)

ANTILLAS.

Isla de Cuba.—En la mina *Talaren*, término de Moron, provincia de Puerto Príncipe; en la mina *San José*, término de Banes, provincia de Pinar del Rio; en la mina *Magdalena*, término del Mariel, provincia de Pinar del Rio; en la bahía de Cárdenas, término de Cárdenas; en la mina *Desempeño*, término de Corral Nuevo, provincia de Matanzas; en la mina *Ana Teresa*, término de Cayajabos, provincia de Pinar del Rio; en las minas *Rodas* y *Concepcion*, término del Masal, provincia de Pinar del Rio, hay gran abundancia de asfaltos. Carbonato de cal abundante y estalactitas de cuarzo de hulla en Guanabacoa.

(b)

Puerto Rico.—En las canteras de Jabucoc pueden extraer sillares de más de setenta y dos varas. Cuar

zos, carbonatos de cal, yesos; fabricacion de ladrillos y tejas.

IV

ISLAS FILIPINAS.

Hay entre muchas otras riquezas, para cuya enumeracion no hay cabida en las reducidas dimensiones de este libro: Arcillas blancas en Labo; arcilla de San Pedro de Macati (Manila), donde existe una fábrica de ladrillos; caliza de los Montes de San Mateo; tierras, piedras de sillería y arenas del rio Pasig, usadas en las construcciones de Manila; arcillas del Pasig y kaolin para el blanqueo de los edificios; diversas piedras de construccion de Guadalupe, Banga y Barraca; cuarzos auríferos de Camarines Norte, Leyra y Surigao; carbonato de cal de toda clase en Manila, Balacar, Camarines Sur, Pangasinan y Boubba; kaolin, arcilla, tierra, rocas arcillosas y margas y piedra sillar en Albay, Balacoa, Manila, Ilocos, Bataan, Pangasinan y Cebú.

NOTICIA DE MÁRMOLES ESPAÑOLES, POR PROVINCIAS.

ALICANTE.

Callosa Segura.—Hay jaspes negros y blancos; de regulares condiciones; sin explotar.

Orihuela.—Existe mármol gris jaspeado.

Monóvar.—*Cantera*, Cabarrasa.—Mármoles de inmejorables condiciones, de colores varios: fondo rojo jaspeado de blanco; fondo rojo jaspeado con grandes vetas blancas. Fósiles blancos.—*Precio*. 300 pesetas metro cúbico, á pié de obra.

Callosa de Ensarriá.—*Cantera* Tosal de la Pedrera.—Existe sin explotar una magnífica cantera de bellísimo mármol negro jaspe, blanco cruzado.

Dénia.—*Cantera*, Jara.—Sin explotar. Mármol blanco amarillento agrisado, ligeramente manchado; vetillas negras; estructura compacta.

Jalon.—*Cantera*, Solana.—Mármoles brecha de todos tamaños y colores. Condiciones excelentes para la labra y formacion de mosáicos.

Cox.—Mármoles de color gris, manchados y jaspeados; se agrietan.

Gata.—Mármol gris; por su aspecto exterior no lo parece; no está en explotacion.

Lliber.—Hay mármoles bastante buenos, color gris amarillento, veta amarilla ocre y blanco; no se explota.

Villena.—Mármoles amarillos muy pálidos.—*Precio*, 200 pesetas á pié de obra.

Monóvar.—*Cantera*, Cabarrasa.—Existen en gran abundancia excelentes mármoles, entre los cuales recordamos las variedades siguientes: Color rosa agrisado, manchas tigradas oscuras; fósiles. Color rosa, jaspeado blanco que se destaca mucho. Color rosa con puntitas negras y grises.

Alcoy. — En la mina *Serelles* existen preciosos ejemplares de caliza fibrosa, mármol fondo de color rosado y manchas pardas, rojizas y blancas.—*Precios*. El de primera clase, 480 pesetas metro cúbico; el de segunda, 440 pesetas metro cúbico.

Nota. Estos precios llevan incluidos los arrastres desde la cantera hasta el puerto de Barcelona. En puntos distintos variarian poco ó mucho en razon de las mayores dificultades de la traslacion.

ALMERÍA.

Cobdar.—Hay en explotacion canteras abundantes enmármoles blancos sacarói deos.

Macael. -*Cantera* del comun.—Existe en explotacion (aun por los procedimientos primitivos) un criadero de 10 kilómetros de extension; color blanco gris; estructura sacaróidea. Hay tambien en el mismo pueblo de Macael mármoles completamente blancos y de un color blanco jaspeado de gris muy oscuro. Este último se halla en una cantera recien descubierta. Otro gris jaspeado, de aspecto pizarroso; y ademas una variedad muy notable y de gran belleza, color gris jaspeado oscuro muy suave, con puntos

negros en el fondo.—*Precio.* De este último, 322 rs. metro cúbico y 20 rs. porte por quintal.

Gran variedad de mármoles en Macael y otros puntos de la misma provincia.

BADAJOZ.

Existen de diversas clases y colores en Burguillos, Alconera, Santa Marta, Badajoz, Jerez y Olivenza.

Hay pórfidos de diferentes clases en Jerez, Castuera, Higuera de Vargas, Olivenza, Almendralejo, Badajoz, Azuaga, Berlanga y Santa Marta.

BARCELONA.

San Estéban de Castellar.—Existe en explotacion una magnífica cantera en que se halla mármol excelente. Jaspe gris aceitunado y amarillo ocroso; manchas rosadas. Es de bello aspecto y de buenas condiciones para la labra.

Moncada.—*Cantera,* Font del Ferro.—La cantera no se halla en explotacion actualmente, pero se supone que lo estuvo en la antigüedad. Es un mármol hermosísimo, jaspe negro aceitunado con vetas amarillas, verdosas.

Masías de Roda.—*Cantera.* La Fradera.—Lumaquela, color fondo gris, sombreada de fósiles pequeñitos, cuya seccion es más clara.—*Precio*: 420 reales metro cúbico en Barcelona.

Olerdola.—*Cantera,* Sepulcre.—Excelente lumaquela, color fondo rosa; fósiles y fragmentos redondos é irregulares.

Vallirana.—Hay mármoles compactos; uno, de fondo gris manchado; jaspeado amarillo y pardo. Otro, de iguales condiciones sin amarillo. Ambos proceden de canteras en explotacion.

Igualada.—Mármoles de buenas condiciones; estructura compacta; color gris con pintas amarillas y pardas.

Costas de Garraf.—*Cantera* del pueblo.—La cantera es abundante; el arranque fácil y el arrastre no difícil. Estructura compacta; color gris tórtola, manchado veta blanca cruzada.

Vilanova Carin.—Existe una cantera recien explotada en que hay mármol compacto de aspecto térreo, color gris súcio verdoso la raya y fósiles.—*Precio.* 150 pesetas metro cúbico, puesto en Barcelona.

BURGOS.

Hay en la cantera de Mozuelos (partido de Sedano) buenos mármoles. En la cantera del Páramo, en Pozo de Sal, hay mármol rojizo. Gran riqueza de mármoles y alabastros en Poza, Atapuerca, Ibeos, Sedano, Huérmeces y Padron de Bureva, San Clemente, Puras y Ontoria.

CASTELLON.

San Jorge.—*Cantera*, Bovalar.—Lumaquelas; conglomerado calizo; conchas; fondo gris; contornos negros.

Borriol.—*Cantera*, La vieja.—Hay regulares már-

moles compactos; fondo gris pardo, manchas amarillas; veta blanca; fósiles; contorneada de negro. Hay tambien de fondo gris jaspeado de claro.

Castellon.—Mármol de muy buen aspecto y de regulares condiciones; color amarillo con pintas y vetas rosadas.

Fanzara.—*Cantera*, La Muela.—Regulares mármoles; estructura compacta, color negro agrisado y desigual; agrietado.

Tornera.—*Cantera.* Tosal del Vila.—Hay muy buen jaspe blanco y negro. Tambien lo hay gris oscuro con vetas blancas.

Borriol. — *Cantera* del pueblo. —Hay regulares mármoles de estructura compacta, color negro con manchas grises. No se explota.

Benlloch.—*Cantera*, Benasque.—Mármol compacto, de color gris claro y amarillento con rayas cruzadas; se le emplea como piedra de construccion ordinaria.—*Precios.* 125 pesetas metro cúbico, si el pedido excede de 4 metros; 136 pesetas en pedidos menores.

CÓRDOBA.

Cabra.—*Cantera* de los Lanchares.—Mármoles amarillos con manchas claras y negras; jaspeados.

Cabra.—*Cantera* de Acebuchar.—Mármoles de color amarillo, manchado de claro y rojo; jaspeado vetas pardas.

Cabra.—*Cantera* en la Dehesa de la Hoyosa.—Mármol de color amarillo claro; vetillas oscuras.

Cabra.—*Cantera* de los Lanchares.—Mármoles de

color amarillo manchado y salpicado de negro; susceptible de gran pulimento. Mármol amarillo jaspeado con pintas blancas, pardas y negras. Mármol amarillo jaspeado de rojo vivo, en que se destacan perfectamente ambos colores.

Cabra.—*Cantera,* Cerro de la Vírgen.—Existe precioso mármol plomo, que tiene trasparencia y color de fuego con zonas pardo-rojizas. Tambien hay y se explota en la actualidad otro mármol notable con zonas pardas y color miel; y otros cuyas manchas son parduscas como si imitasen la piel de la pantera.

Lucena.—*Cantera,* Sierra de Nuestra Señora de Araceli.—Hay gran abundancia de mármol estalactítico; caras onduladas, blancas, grises y rojizas.

Cabra.—*Cantera,* La Losilla.—Buen mármol de estructura compacta; color negro agrisado, manchado de vetillas blancas; parte de piritas de hierro.

En el término municipal de Cabra hay abundancia de buenos mármoles.

Cabra.—*Cantera,* Acebuchar.—Mármoles regulares; color rojo claro, jaspeado de rojo oscuro, amarillo y blanco Otra variedad: color caoba con vetas blancas muy destacadas. Salen bloques de cada una de todas medidas.—*Precio,* 658 rs. metro cúbico sobre wagon.

Cabra.—*Cantera,* Choza de Piedra. — Regulares mármoles; color rojo amarillo con manchas blancas; color encarnado con vetas blancas. Salen bloques de diferentes medidas.—*Precio,* 23 rs. pié cúbico sobre wagon.

GERONA.

En Puerta de Selva existe mármol manchado. En Caralps, en el sitio denominado Loma del Galat, existe de la misma clase. En Caralps y sitio denominado Loma de la Vaca, lo hay veteado. Y en Benda hay alabastro jaspeado y alabastro blanco.

En la cantera de Elsers existen magníficos mármoles.

Caralps.—*Cantera*, Monte de Nuria.—Hay sin explotar buenas variedades de mármoles de muy aceptables condiciones: color gris, jaspe negro y blanco; gris sucio, manchado y jaspeado; blanco sucio, manchado de vetas oscuras; blanco jaspeado gris; gris claro, manchado con fósiles; blanco sucio, manchado y veteado; gris veteado blanco y negro; gris blanco y negro jaspeado. Jaspe blanco; gris jaspeado.

Llers.—*Cantera*. Correch.—Existe abundantísimo y da grandes masas; color gris amarillo rojizo, manchado y jaspeado.—*Precio*, 110, 65 pesetas metro cúbico, colocado en Barcelona.

Masarach.—*Cantera*, Altrera.—Existen buenos mármoles, algunos de excelentes condiciones: una variedad, negro agrisado; otra, jaspe amarillo blanco (semi-dorado).—*Precio*, 150 pesetas metro cúbico á pié de obra. Hay otro negro agrisado formando aguas, y tiene igual precio; y otro de ménos valor.

Rosas.—*Cantera*, Mas Rubat.—Existen canteras donde se explotan en abundancia jaspes negros y blancos.

Llers.—Abundantes mármoles compactos; color

gris amarillento; jaspe rojo.—*Precio.* 125 pesetas metro cúbico á pié de obra.

Aviñonet.—*Cantera,* Correch del Manso. Puig-Ventós.—Regulares mármoles; estructura compacta; color gris amarillento con vetillas negras onduladas, fosilífero.

Fraxanet.—*Cantera,* Manso Coll del Puig.—Mármoles compactos de color gris jaspeado, manchado con vetas blancas.—*Precio.* 600 rs. metro cúbico sobre wagon.

Ribas.—*Cantera,* Batet.—Existe variedad de mármol compacto, color gris ceniza; jaspe formando claro oscuro; vetas amarillas. En el mismo sitio hay variedades de jaspe gris blanco y negro.

Fustaña.—Hay regulares jaspes grises y blancos. Sin explotar.

Caralps.—*Cantera,* Monte de Nuria.—Excelente variedad de jaspes verdes. Sin explotar.

Isobol.—*Cantera.* Tosal de Isobol.—Hay, entre otras, y en gran abundancia, las siguientes variedades de mármoles: con glóbulos rojos; vetas blancas; glóbulos rojos y hermoso jaspeado presentando zonas de diversos matices; glóbulos rojos para fileteado y penetrándose los glóbulos como en el brocatel; los glóbulos separados por el gris y de un rojo subido.

Fraxanet.—*Cantera,* Manso Botateras.—Hay mármol de calidad muy superior; fondo rojo chocolate, vetas blancas y algunas vetillas rojas. Es abundantísimo; salen bloques de grandes dimensiones.—*Precio,* 800 rs. metro cúbico sobre wagon.

GRANADA.

Guijar Sierra.—*Cantera.* Barranco de San Juan.—Bellísimas y muy estimadas serpentinas, fondo verde claro con pintas negras; estructura fibrosa; susceptible de gran pulimento.

GUIPÚZCOA.

Rentería.—*Cantera,* Archipí.—Excelentes mármoles fondo rojo oscuro, jaspeado; multitud de impresiones blancas de fósiles.—*Precio,* 300 pesetas metro cúbico en pieza del 10.000 kiógramos.

JAEN.

Existen buenos mármoles en la cantera de Vilches.

LEON.

En el templo histórico de San Márcos, en la catedral, y en el palacio del conde de Luna existen notables mármoles, sacados de las canteras de la provincia, cuya explotacion, como se ve, es antigua. En Tejero del Sol y Pola de Gordos hay mármoles en abundancia. Hay tambien alabastros, pórfidos, mármoles, serpentinas de Valdevarro y Sabero.

LUGO.

Existen fábricas de baldosa de mármol de diferentes dimensiones, clases y colores en Mondoñedo.

MÁLAGA.

Existen en abundancia excelentes mármoles en Benahaves, Málaga, Antequera y Coin. En el arroyo de Linarejos (Ojen) hay buena serpentina.

Coin.—*Cantera*, Barrancon.—Hay mármol abundante, color blanco amarillento; estructura sacaróidea; condiciones bastante buenas. En la cantera Hoyo de la Sevillana del mismo término, hay un mármol gris azulado la mancha, bastante aceptable.

MURCIA.

En la cantera de Balsicas, término de Mazarron, hay magníficos ejemplares de mármol.

OVIEDO.

Hay gran riqueza de mármoles de todas clases.

SEVILLA.

Mora de la Frontera.—*Cantera*, Pozo amargo.—Hermoso jaspe rojo con vetas blancas y manchas amarillas.—*Precio*. Pié cúbico 18 rs. sobre wagon.

Villanueva del Rio.—*Cantera*, Risco Pando.—Hay regulares variedades de jaspes blancos y negros. Estructura compacta algo lumbar. Se obtienen bloques muy grandes.

SORIA.

Existen buenos mármoles en Espejon.

TARRAGONA.

Budallera.—*Cantera*, Pedra de Santa Tecla.—Hay excelentes mármoles que reunen muy buenas condiciones; color, fondo amarillo ocroso, manchado y jaspeado; vetillas onduladas oscuras.—*Precio*, 40 duros metro cúbico sobre wagon.

Calafell.—Mármoles regulares; color amarillento; tiene cierta semejanza con la piedra litográfica, con vetillas negras.

Ulldecona.—*Cantera*, Escuartorada.—Hay mármoles, aunque de mala calidad; tienen color gris, manchas menudas blancas y amarillas; agujeros y fósiles.

Mas Llorens.—Mármoles grises amarillentos, manchados y fosilíferos.

Budallera.—*Cantera*, Pedra de Aigueras.—Hay gran abundancia de buenos mármoles compactos; color gris jaspeado de amarillo y vetas blancas; tiene fósiles.—*Precio*, 800 rs. metro cúbico sobre wagon. Puede obtenerse en grandes bloques.

Tortosa.—*Cantera* de la Cinta.—Precioso mármol brocatel; mezcla rosa blanco, amarillo y gris contor-

neado; bellísimo aspecto y condiciones inmejorables. —*Precio*, 32 duros metro cúbico sobre wagon.

TOLEDO.

En el término de Urda hay abundantísimos mármoles de estructura compacta, de color negro brillante, jaspeado de negro mate, agrisado térreo.—*Precio*, 500 rs. metro cúbico en la cantera. Es de buena condicion, y pueden obtenerse grandes bloques.

Toledo.—Existe precioso mármol verde, poco explotado.

VALENCIA.

Oliva.—Hay muy aceptables mármoles de color amarillo con vetas blancas. Tambien existe amarillo rojizo, veteado de blanco y amarillo.

Buxcarró.—Existe una variedad de mármol muy curiosa y de buenas condiciones; color de carne, jaspeado con veta oscura.

Valencia.—En la fábrica de azulejos de D. José Gastaldo se emplea con gran perfeccion en muebles de lujo y objetos de ornato el mármol procedente de la cantera de Tortosa.

Barig.—*Cantera*, Monte-Sima.—La cantera es nueva, y existe en ella variedad de mármoles bastante buenos; color rosado, manchado de amarillo, con vetillas rizadas y cruzadas.

Valencia.—Encuéntrase aquí: alabastro de Niñarola; mármol de Vall de Uxó; mármol blanco de Beniscarró; mármoles de diferentes colores y de muchas

partes de la provincia; fábrica de losetas de mármol negro y de alabastro de Orihuela; hay mármoles de Albabre.

VALLADOLID.

Buenos mármoles de Portillo; propietario D. Julian Sanz.

VIZCAYA.

En la fábrica de D. Simon Paul (de Bilbao) se trabajan y labran mármoles de aquella provincia, ya para objetos de adorno, ya en forma de mosáicos para pavimentos, ya como losetas para aceras ó pisos de pórticos.

En la Exposicion nacional minera de 1883, á que en otros lugares de este libro nos hemos referido, la casa de D. Juan Corneille y compañía, de Bilbao, presentó entre várias cosas: un cuadro con una coleccion de mármoles del país; tableros de mármol de Vizcaya y Guipúzcoa formando zócalos; mosáicos para pavimento de los mismos mármoles.

ZARAGOZA.

Existen variedades notables en Alhama de Aragon.

Ricla.—Hay gran abundancia de mármol negro de buenas condiciones.

La Puebla.—Regulares mármoles y en gran abundancia; explotándola con cuidado para obtener bloques de 3 metros de longitud; color amarillento,

manchado de gris y rosa; folisífero.—*Precio*, 1.081 reales metro cúbico.

Calatorao.—Existe en explotacion una cantera, en que hay preciosos mármoles negros, de color muy intenso y muy uniformes, y de estructura compacta. —*Precio*, 1.000 rs. metro cúbico sobre wagon.

En Jaraba (Zaragoza) existen mármoles abundantes y muy buenos.

Gran riqueza de buenos mármoles en Calatarao, Puebla de Albatre, Ricla, Igea, Munica, Alcañiz, y parte de Alcañiz.

BALEARES.

Preciosos mármoles y en abundancia en Buñolas.

Mármol negro en Soller. Tambien existe en esta localidad mármol encarnado.

En Arlá, mármol jaspeado.

En Campanet hay mármoles de colores.

En Andraite, mármoles rosáceos; alabastro.

En la provincia existen más de diez y ocho variedades de mármoles.

PUERTO-RICO.

Hay preciosos mármoles de diferentes colores y de muchas procedencias.

ISLA DE CUBA.

En la isla de Pinos, provincia de la Habana, hay muy buenos mármoles.

En Guanabacoa, de la misma provincia, existen preciosas serpentinas.

En la mina *San Atanasio*, término de Placetas, provincia de Santa Clara, hay serpentina aurífera.

ISLAS FILIPINAS.

Hay magníficos mármoles en los montes de San Mateo; mármoles blanco y gris de la isla de Romblon.

Muy buenos jaspes en Bataan, Bulecan, Camarina, Norte y Pangasinan.

Tambien hay excelente mármol en las provincias de Manila, Bulacan, Camarena Sur, Pangasinan y Romblon.

Serpentinas notables en Albay, Iloco y Cebú.

ADVERTENCIA.

No es la noticia precedente sino una pequeñísima y compendiada indicacion de la riqueza que en España existe. Muchos libros de mayores dimensiones que este MANUAL serian necesarios para una descripcion circunstanciada y minuciosa de lo que en este género poseemos, y faltan en nuestros apuntes infinidad de datos que, á pesar de heberlo procurado con empeño, no hemos conseguido reunir. Basta lo dicho, sin embargo, para que se forme idea de la abundancia de mármoles españoles, muchos de ellos sin explotar; y explotados otros, en muchas localidades, como piedras ordinarias de construccion.

Precisamente el abandono en que, por causas que ería prolijo enumerar y que nuestros lectores cono-

cen de seguro, se halla nuestra industria y nuestra riqueza, viéndose en la necesidad de obtener mármoles extranjeros muy medianos artistas españoles que podrian adquirirlos muy buenos en su país, inspiró el plausible pensamiento, rechazado ya, de fundar una Sociedad explotadora de mármol en España. Explotacion que, como várias veces hemos manifestado en el curso de este trabajo, y como puede verse sobre todo con la noticia que constituye su última parte, era de verdadera necesidad.

La Sociedad formada para este fin, cuyo domicilio social se ha establecido en Madrid (Preciados, 1, 2.°), y que está representada por Mr. George Polak, se proponia entre otras cosas:

1.° Explotar las canteras de mármol de *La Alconera* (provincia de Badajoz).

2.° Explotar cuantas canteras de mármol la Sociedad crea conveniente adquirir ó arrendar.

3.° Establecer todos los medios de trasporte económicos para abaratar los precios de los mármoles.

4.° Establecer toda clase de industria relacionada con el negocio de los mármoles en España.

La Sociedad vende el metro superficial de tableros de mármol á 11 pesetas 30 céntimos en Madrid, y 9 pesetas 75 céntimos en Sevilla.

CONCLUSION.

Está terminada nuestra tarea.

Nada nuevo hemos expuesto en ella; cuanto en este trabajo hemos dicho, dicho estaba; cuanto hemos desarrollado, estaba desarrollado. Ni en obras de este género es juicioso aspirar á la originalidad, ni sería posible conseguirla.

A otros corresponde de derecho la gloria del descubrimiento, á nosotros nos alcanza solamente el mérito del que recopila y extracta.

Y no es, por cierto, trabajo sin dificultades, ni tarea sin utilidad, cuando se pretende realizarlos á conciencia, como nosotros hemos hecho.

Recoger lo que está sembrado y diseminado en muchas obras de grandes dimensiones, significa buscar primero y elegir despues lo mejor de lo mejor que se haya encontrado. Y en pos de estos trabajos de investigacion y de seleccion, el extractar y reducir á un librejo de pocas páginas, de una manera clara y perceptible, lo que se halló en notables obras de maestros esclarecidos ó de brillantes centros, cons-

tituye tal vez la dificultad más séria de esta clase de Manuales.

Este ha sido, en realidad, nuestro gran trabajo: si los resultados han correspondido, siquiera en pequeñísima porcion, á nuestros buenos deseos y á nuestra firmísima voluntad, podemos esperar que para algo aprovechará este libro.

Háse reunido en él, creemos que por primera vez (al ménos no nos es conocida obra alguna española ni extranjera en que se halle), lo más esencial de cuanto dice relacion á los materiales de construccion que *no son maderas, ni metales*, y á los que en lenguaje técnico suelen denominar *piedras*.

No es, por consiguiente, nuestro libro un prontuario de mineralogía, ni un Manual del constructor, ni un estudio geológico, es algo de todo esto, y algo que no es nada de esto; es, lo repetimos, un resúmen compendiado y reducido de cuanto se relaciona con lo que en las construcciones comprenden bajo la denominacion genérica de piedras.

El plan de la obra en ninguna parte lo hemos hallado; éste, por consiguiente, así como el trabajo de seleccion, de recopilacion y de extracto, es lo que en el fondo de este libro nos pertenece. Si hemos acertado en nuestro difícil

empeño de escoger lo mejor, y si hemos logrado además exponerlo todo y expresarlo con suficiente claridad, habrán quedado cumplidos nuestros deseos.

En la recopilacion de las noticias que aparecen en el curso de la presente obra, hemos tenido presentes, entre otros libros, los siguientes: *Curso de construccion*, por A. Demanet, teniente coronel de ingenieros; *Manual del Constructor práctico*, por D. José A. Rebolledo, ingeniero jefe y profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales, Puertos, etc., etc.; *Manual de Historia Natural*, por D. Manuel María José de Galdo, doctor en ciencias; *Nuevo Manual completo del Marmolista, del Constructor y del Propietario de casas*, por MM. N. J. B*** y J. M.ti; *Catálogo general* de la Exposicion Nacional de Minería, Artes metalúrgicas, Cerámica, Cristalería y Aguas minerales de 1883; *Catálogo* de la primera Exposicion de mármoles en Barcelona en 1883.

Incurriríamos en el feo pecado de ingratitud si ántes de terminar no enviásemos desde las páginas mismas del libro una manifestacion de sincero reconocimiento á nuestro amigo Don Ramon Diaz del Sol, entendido marmolista, en cuyo taller nos ha sido facilitadas con exquisita amabilidad, cuantas noticias hemos necesitado

para esclarecer algunos puntos, así como para el conocimiento de particularidades y pormenores de pura práctica que no es posible adquirir fuera de los talleres. En el de dicho conocido marmolista (1) hemos tenido trato íntimo con las herramientas del trabajo, y hemos visto realizar las operaciones interesantes del grabado, del cincelado y del pulimento, que constituyen, como el lector sabe, lo más importante de la labra.

(1) Barco, 7. Madrid.

FIN DE LA OBRA.

ÍNDICE.

	Págs.
Dedicatoria	3
Introduccion	5
PRIMERA PARTE.	
Manual de cantería.	
CAPÍTULO PRIMERO.—*Preliminares*	13
CAPÍTULO II.—*Piedras naturales de construccion.*	
(A) Su clasificacion	14
(B) Piedras calcáreas.	
Artículo 1.º—Calizas	15
— 2.º—Yeso	18
(C) Piedras silíceas.	
Artículo 3.º—Cuarzo	19
— 4.º—Jaspe	21
— 5.º—Sílice molar (piedra de molino)	21
— 6.º—Arenisca ó asperon	22
— 7.º—Granito. Feldspatos	24
— 7.º—Granito. Mica	25
— 8.º—Serpentina	27
— 9.º—Pizarras	29
— 10.—Piedras volcánicas. Basaltos	30
— 10.—Piedras volcánicas. Lavas	31
— 10.—Piedras volcánicas. Piedra pomez	31
APÉNDICE.	
Betunes	32
(D) De otras piedras de construccion	34

Págs.

CAPÍTULO III.—*Piedras artificiales de construccion.*
(A) Preliminares........ 35
(B) Diferentes especies de piedras artificiales...... 35
Artículo 1.º—Ladrillos. { Adobes........ 36
Ladrillos........ 36 }
— 2.º—Tejas........ 37
— 3.º—Baldosas........ 38
— 4.º—Caños........ 38
CAPÍTULO IV.—*Arenas y Arcillas*........ 40
Artículo 1.º—Arenas........ 40
— 2.º—Arcillas........ 43
CAPÍTULO V.—*Explotacion de las piedras.*
(A) Generalidades........ 45
(B) Explotacion de las piedras naturales........ 54
Artículo 1.º—Explotacion á cielo abierto....... 55
— 2.º—Explotacion subterránea........ 60
(C) *Labra de las piedras naturales.*
Artículo 1.º—Preliminares........ 68
— 2.º—Desbaste........ 70
— 3.º—Separacion........ 71
— 4.º—Labra........ 72
— 5.º—Aserrado........ 75
— 6.º—Pulimento........ 76
(D) *Colocacion de las piedras naturales.*
Artículo 1.º—Preliminares........ 78
— 2.º—Comparacion entre las construcciones antiguas y las modernas.... 79
— 3.º—Reglas generales para la colocacion de las piedras........ 80
— 4.º—Pormenores de ejecucion........ 82
— 5.º—Arrastres........ 86
— 6.º—Levantamiento........ 87
— 7.º—Refuerzos........ 88
— 8.º—Repicados y rejuntados........ 90
— 9.º—Medios auxiliares........ 92
— 10.—Empedradores y pizarreros....... 94
(E) *Fabricacion y explotacion de las piedras artificiales.*
Artículo 1.º—Preliminares........ 104

Págs.

Artículo 2.º—Ladrillos, su fabricacion y explotacion 106
Eleccion de la tierra.......... 107
Preparacion.......... 109
Moldeado.......... 111
Desecacion.......... 113
Decoccion.......... 114
Aplicacciones.......... 115
Artículo 3.º—Tejas.......... 115
— 4.º—Baldosas.......... 117
— 5.º—Caños.......... 118
(F) Vidrios. Estucos.......... 119
Artículo 1.º—Cristal de vidrieras.......... 119
— 2.º—Estucos.......... 123

SEGUNDA PARTE.

Manual del marmolista.

CAPÍTULO PRIMERO.—Idea general de los mármoles.......... 127
CAPÍTULO II.—Trabajo del marmolista.......... 129
(1.º) Desbastar.......... 131
(2.º) Labra.......... 132
Grabadores.......... 135
Cinceladores.......... 135
Adornistas.......... 136
Pulidores.......... 136
Asperonar.......... 137
Apomazar.......... 137
Dar brillo.......... 137
Suavizar.......... 138
CAPÍTULO III.—Talleres de marmolista.......... 138
CAPÍTULO IV.—Colocacion de los mármoles.......... 142
CAPÍTULO V.—Procedimientos auxiliares.......... 145
CAPÍTULO VI.—Mosáicos.......... 153
CAPÍTULO VII.—Mármoles artificiales.—Estucos.......... 157

TERCERA PARTE.

Riqueza de España en mármoles y piedras de construccion.

Preliminares.......... 165

Noticia de las piedras de construccion españolas, por regiones.

	Págs.
Region andaluza	169
— aragonesa, asturiana	170
— castellana	171
— catalana, extremeña	175
— euskara, valenciana	177

Islas adyacentes, Antillas y Filipinas.

Baleares, Canarias	179
Antillas	180
Islas Filipinas	181

Noticia de mármoles españoles, por provincias.

Alicante	183
Almería	184
Badajoz, Barcelona	185
Búrgos, Castellon	186
Córdoba	187
Gerona	189
Granada, Guipúzcoa, Jaen, Leon	191
Lugo, Málaga, Múrcia, Oviedo, Sevilla	192
Soria, Tarragona	193
Toledo, Valencia	194
Valladolid, Vizcaya, Zaragoza	195
Baleares, Puerto-Rico, Isla de Cuba	196
Islas Filipinas	197
Advertencia	187
Conclusion	199
Lámina.	